



# KONSTRUKCE ZAŘÍZENÍ PRO ODVOD VLÁKENNÉHO ODPADU U DOPŘÁDACÍCH STROJŮ

## Diplomová práce

*Studijní program:* N2301 – Strojní inženýrství  
*Studijní obor:* 2302T010 – Konstrukce strojů a zařízení  
*Autor práce:* **Bc. Jakub Krasnický**  
*Vedoucí práce:* Ing. Jan Valtera, Ph.D.





# THE DESIGN OF THE DEVICE FOR REMOVING OF FIBRE WASTE ON SPINNING MACHINES.

## Diploma thesis

*Study programme:* N2301 – Mechanical Engineering  
*Study branch:* 2302T010 – Machines and Equipment Systems  
*Author:* **Bc. Jakub Krasnický**  
*Supervisor:* Ing. Jan Valtera, Ph.D.



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jakub Krasnický**  
Osobní číslo: **S13000542**  
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Konstrukce strojů a zařízení**  
Název tématu: **Konstrukce zařízení pro odvod vlákenného odpadu u dopřádacích strojů**  
Zadávající katedra: **Katedra textilních a jednoúčelových strojů**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Proveďte rešerši známých systémů odvodu vlákenného odpadu u dopřádacích strojů.
2. Navrhněte varianty kontinuálního nebo intervalového odvodu vlákenného odpadu do kontejneru mimo filtrační skříň dopřádacího stroje.
3. Proveďte možnost mechanického přechování odpadu přímo ve filtrační skříni dopřádacího stroje.
4. Nejvhodnější variantu odvodu vlákenného odpadu zpracujte do konstrukčního návrhu.
5. Vypracujte výrobní dokumentaci a případně ověřte funkci zařízení.


Rozsah grafických prací: **výrobní výkresy součástí**  
Rozsah pracovní zprávy: **45 stran formát A4**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:

- [1] **SCLATER, N., CHIRONIS, N.: Mechanisms and Mechanical Devices. McGraw-Hill, 2001. ISBN 0-07-136169-3.**  
[2] **Návod k obsluze stroje J20.**  
[3] **Firemní podklady - technická dokumentace.**

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jan Valtera, Ph.D.**  
Katedra textilních a jednoúčelových strojů  
Konzultant diplomové práce: **Ing. Milan Macko**  
  
Datum zadání diplomové práce: **2. února 2015**  
Termín odevzdání diplomové práce: **2. února 2016**

  
prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld  
děkan



  
prof. Ing. Jaroslav Beran, CSc.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 2. února 2015

## Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

## **Poděkování:**

Poděkování patří především vedoucímu diplomové práce Ing. Jan Valtera, Ph.D. který se na práci podílel svou trpělivostí, cennými radami. Moje poděkování patří také rodině a přítelkyni za morální a emocionální podporu.

**Abstrakt:**

Práce je zaměřena na systém odvodu vlákenného odpadu u dopřádacích strojů. Zabývá se analýzou a popisem známých způsobů odvodu vlákenného odpadu u dopřádacích strojů. Na základě provedené patentové rešerše jsou v práci popsány a zhodnoceny nové koncepty odvodu vlákenného odpadu do kontejneru mimo filtrační skříň stroje. Vlastnosti vlákenného odpadu při přechování byly ověřeny experimentálně. Na základě výsledků patentové rešerše a výsledků měření vlastností vlákenného odpadu bylo navrženo vhodné konstrukční řešení. Toto řešení bylo zpracováno do konstrukčního návrhu pro výrobu funkčního modelu a ověření funkčnosti na tryskovém dopřádacím stroji J20.

**Klíčová slova:**

Vlákenný odpad, dopřádací stroj, odvod, filtrační skříň, tryskové předení.

**Abstract:**

The thesis focuses on the fibre waste removal system on spinning machines. The work deals with the analysis and description of used principles of fibre waste removing on spinning machines. Based on the carried out patent research, the new potential solutions of removing the fibrous waste out of the filter box are described. The properties of fibre waste during the pressing process were experimentally determined. Based on the results of the patent research and measurement results, the most promising concept was chosen. The detailed design of this concept is meant to be used for the primary functionality tests on the air-jet spinning machine J20.

**Keywords:**

Fibre waste, spinning machine, exhaust, filter housing, air jet spinning.

# Obsah

<b>Seznam použitých značek.....</b>	<b>8</b>
<b>Úvod .....</b>	<b>9</b>
<b>1. Princip tryskového předení.....</b>	<b>10</b>
1.2 Konstrukční uzly tryskového dopřádacího stroje .....	10
1.3 Průtahové ústrojí u tryskového dopřádání .....	11
<b>2. Odvod vlákenného odpadu .....</b>	<b>13</b>
2.1 Princip odvodu vlákenného odpadu u stroje J20 .....	13
2.2 Problém stávajícího řešení odvodu vlákenného odpadu .....	16
<b>3. Cíl práce.....</b>	<b>18</b>
<b>4. Patentová rešerše .....</b>	<b>19</b>
4.1 Vyhodnocení patentové rešerše a zvažovaných konceptů .....	24
<b>5. Měření stlačitelnosti vlákenného odpadu .....</b>	<b>25</b>
<b>6. Návrh nových variant řešení odvodu vlákenného odpadu .....</b>	<b>27</b>
6.1 Odvod vlákenného odpadu pomocí pístu.....	27
6.2 Odvod vlákenného odpadu pomocí ventilátoru .....	29
6.3 Mechanické přechovací systémy uvnitř stroje .....	30
6.3.1 Lineární přechovací systém se dvěma pneumaty .....	30
6.3.2 Lineární přechovací systém s jedním pneumatorem.....	31
6.3.3 Samouzavírací lineární přechovací systém .....	32
6.3.4 Výkyvný přechovací systém .....	33
6.3.5 Systém přechování s hřebenem a s výkyvnou vidlicí .....	34
6.4 Zhodnocení zvažovaných konceptů .....	35
<b>7. Konstrukční řešení lineárního přechovacího systému .....</b>	<b>36</b>
7.1 Výpočet zatížení .....	40
7.2 Návrh kontejneru a jeho uložení .....	41



7.3 Konstrukce a návrh otočné hřídele s vidlicí.....	44
7.3.1 Návrh vačky .....	45
7.3.2 Výpočet deformace vidlice .....	47
7.4 Návrh přechovacího hřebenu, pohonů a vedení .....	49
<b>8. Uplatnění uvažovaného řešení .....</b>	<b>58</b>
<b>9. Závěr .....</b>	<b>60</b>
<b>Literatura .....</b>	<b>61</b>
<b>Seznam příloh.....</b>	<b>63</b>

## Seznam použitých značek

$V_D$	[m <sup>3</sup> ]	Objem vlákenné deky
$V_{od.}$	[m <sup>3</sup> ]	Objem nestlačeného odpadu
$V_{kom}$	[m <sup>3</sup> ]	Objem úložné komory
$V_{kon}$	[m <sup>3</sup> ]	Objem kontejneru
$V_{90}$	[m <sup>3</sup> ]	Objem stlačeného odpadu po 90 mm
$P_{st}$	[-]	Pěchovací poměr
$P_{28,5}$	[Pa]	Tlak při pracovním stlačení o 28,5 mm
$P_{max}$	[Pa]	Tlak mezní při stlačení o 90 mm
$m$	[Kg]	Hmotnost odpadu
$w_I$	[mm]	Průhyb pera vidlice ve svislé pozici, numericky
$w_{II}$	[mm]	Průhyb pera vidlice ve svislé pozici, analyticky
$w_{III}$	[mm]	Průhyb pera vidlice při pootočení hřídele, numericky
$w_{IV}$	[mm]	Průhyb pera vidlice při pootočení hřídele, analyticky
$R_e$	[MPa]	Mez kluzu oceli
$\sigma_I$	[MPa]	Napětí pera vidlice při svislé pozici, numericky
$\sigma_{II}$	[MPa]	Napětí pera vidlice při pootočení hřídele, numericky
$v$	[m/s]	Rychlost vysouvání pístu
$C$	[N]	Dynamická únosnost vedení
$M_x$	[N.m]	Statický moment v ose x
$M_z$	[N.m]	Statický moment v ose z
$b$	[mm]	Šířka pera vidlice
$h$	[mm]	Tloušťka pera vidlice
$E$	[MPa]	Modul pružnosti v tahu
$q$	[N/m]	Spojité zatížení
$I$	[mm <sup>4</sup> ]	Kvadratický moment průřezu
$l$	[mm]	Délka pera vidlice
$x$	[mm]	Vzdálenost působící síly F na vedení ve směru osy x
$z$	[mm]	Vzdálenost působící síly F na vedení ve směru osy z
$F_{h1}$	[N]	Zatížení hřebene ve svislém směru
$F_{h2}$	[N]	Zatížení hřebene ve vodorovném směru
$M_{kv}$	[N.m]	Krouticí moment na hřídeli výkyvné vidlice

## Úvod

Dopřádací stroj slouží k výrobě staplové příze. Obecně známe čtyři základní průmyslově využívané typy dopřádacích strojů: prstencové, kompaktní, bezvřetenové (též nazývané rotorové) a tryskové. Podobně jako u rotorových dopřádacích strojů se u tryskových strojů vyrábí příze přímo z pramene a není tak nutná technologie předpřádání (výroba přástu) jako v případě prstencových strojů. To značně zjednodušuje a zlevňuje výrobu příze u této technologie. Jednotlivé druhy dopřádání se vyznačují určitým typem vlákna a každé z nich je vhodné pro jiné účely. Produkce příze u dopřádacích strojů se liší, přičemž v současnosti mezi nejvýkonnější patří tryskové dopřádací stroje. [1, 2]

První sériově vyráběné tryskové dopřádací stroje se objevily na japonském trhu v roce 1980. Sloužily převážně k výrobě jemnějších přízí ze směsi česané bavlny. Až roku 2003 byla představena nová generace tryskových strojů Vortex japonskou firmou Murata Machinery, Ltd. Dalším výrobcem tryskových strojů je společnost Rieter CZ s.r.o. v Ústí nad Orlicí, která je součástí švýcarského koncernu Rieter. Firma Rieter uvedla na trh v roce 2006 tryskový stroj J10 a následně jeho nástupce s označením J20. [3] S postupným vývojem tryskových spřádacích systémů dochází ke zvyšování kvality výstupní příze. Míra použití těchto přízí se tak v textilním odvětví zvyšuje. To má za následek vyšší poptávku po tryskových strojích, které v určitých oblastech nahrazují dříve používané dopřádací stroje. V současnosti jsou proto žádoucí optimalizace těchto strojů pro jejich širší využití v menších i větších přádelnách podle potřeb zákazníků. To se týká i přidružených systémů strojů, jako je odvod a zpracování vlákenného odpadu vzniklého při dopřádacím procesu. Tato práce se zabývá odvodem a zpracováním vlákenného odpadu na tryskových dopřádacích strojích, zejména pak filtračním uzlem na tryskovém dopřádacím stroji J20.

# 1. Princip tryskového předení

Tryskovým předením se vyrábí staplová příze pomocí proudu stlačeného vzduchu. Tato příze má specifickou strukturu. U jiných staplových přízí jsou všechna vlákna zkroutena do spirály. Při tryskovém předení tvoří zákruty svazek přibližně jen 10 % vláken, viz obrázek č. 1. Tryskové předení je v současnosti považováno za nejvýkonnější technologii výroby staplové příze. Jeho výkon je přibližně 20x vyšší než u průměrného prstencového dopřádacího stroje. [5, 6]

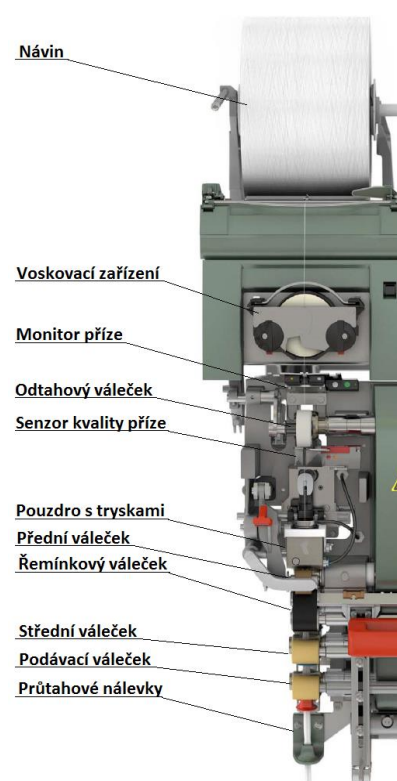


Obr. 1 Tvar příze vzniklé tryskovým předením [4]

## 1.2 Konstrukční uzly tryskového dopřádacího stroje

Tryskový dopřádací stroj se obecně skládá z podávacího zařízení, zákrutového uzlu a navíjecího uzlu. Na obrázku 2 je zobrazena dopřádací jednotka stroje J20 od firmy Rieter CZ s.r.o.

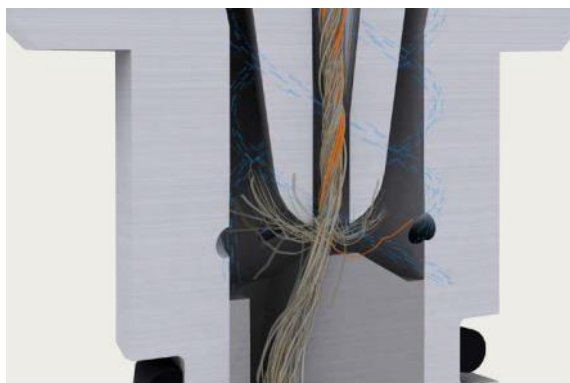
Stroj J20 navazuje svou konstrukcí na svého předchůdce, stroje s označením J10. Jednou částí kde došlo ke změně oproti předchůdci je průtahového ústrojí, ve kterém jsou umístěny průtahové nálevky umístěné mezi průtahovými válečky. Nálevky zprostředkovávají průtah pramene. Dále je součástí stroje pouzdro s tryskami, jenž tvoří nepravý zákrut na přízi. Další částí stroje je senzor kvality příze, který kontroluje její kvalitu. Tato příze je odváděna pomocí odtahových válců k monitoru příze. Monitor kontroluje přetržení příze. V případně přetržení příze dojde k zastavení stroje. Příze potom pokračuje do voskovacího zařízení, kde dojde k nanesení dostatečnou vrstvou parafinu, aby bylo docíleno menšího tření při pracovním procesu (např. pletení). Poslední operací je navíjení cívky nejčastěji



Obr. 2 Trysková spřádací jednotka stroje J20 výrobce Rieter CZ s.r.o. [4]

s divokým křížovým vinutím. Rozvádění je realizováno pomocí rotujících křídel od firmy SSM. [7]

Hlavním pracovním nástrojem tryskového předení je spřádací komora s tryskami. Je umístěna mezi průtahovým ústrojím a odtahovacími válečky, viz obrázek č. 2. Tryskami jsou vháněny navzájem protichůdné proudy vzduchu tvořící vír. Při průchodu vláken spřádací komorou se jejich část ukládá ve středu vznikající příze. Okrajová vlákna se ovíjí ve tvaru šroubovice kolem jádra příze, viz obrázek č. 3.



*Obr. 3 Princip výroby příze Com4®JET, tryska s vlákny ovíjenými ve tvaru šroubovice, [4]*

Rotace vzduchových proudů dosahuje až 3 milionů ot/min. při tlaku cca 0,6 MPa. Touto technologií se dají zpracovávat všechny druhy vláken vhodné pro spřádání česané bavlny a vlny, umělých staplových vláken a směsí z těchto materiálů. Svazková příze dosahuje průměrně 80 % pevnosti klasické prstencové příze. Má nižší tažnost a srovnatelnou stejnosměrnost s klasickými přízemi. [1,2]

### **1.3 Průtahové ústrojí u tryskového dopřádání**

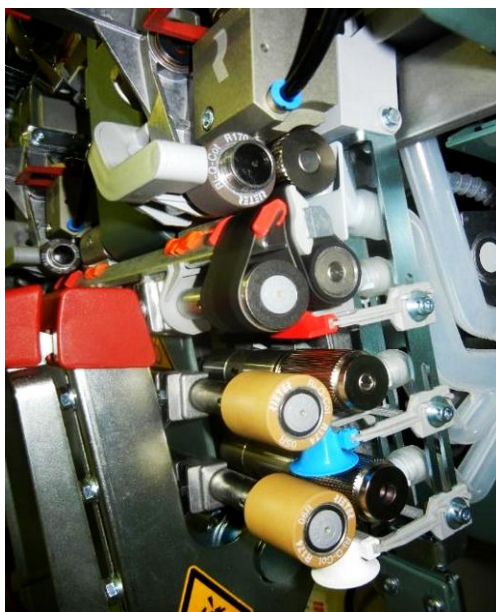
Předlohou stroje je posukovaný pramen, který je v průtahovém ústrojí zjemněn. Pramen je délková textilie složená ze spřadatelných vláken. V pramenu jsou různě dlouhá vlákna. [8, 9]

Průtah představuje roztahování vláknenného svazku, při kterém jsou jednotlivá vlákna posunována, čímž se svazek zjemňuje a vlákna se urovňávají do jednoho směru. Průtah se vypočítá jako podíl obvodových rychlostí výstupního válečku ku vstupnímu. Průtah vzniká mezi dvěma rotujícími elementy s rozdílnou obvodovou rychlostí. V průtahovém ústrojí jsou dva páry válečků. Dolní kovové a horní s pružným potahem. Jejich stiskové plochy jsou od sebe usazeny na vzdálenost větší než je nejdelší vlákno ve svazku. Vlákna

zachycená odváděcími válečky, které mají vyšší obvodovou rychlost, se vytahují z pramenné části zachycené v podávacích válečkách a dochází tak k průtahu. Průtahová ústrojí jsou proto konstruována z více párů válečků. Jednotlivé válečky rozdělují výsledný průtah na několik dílčích stupňů. V našem případě se jedná o řemínky, které se používají při dopřádání bavlny, viz obrázek 2. [10, 11, 12]

## 2. Odvod vlákenného odpadu

Odvod vlákenného odpadu se uskutečňuje na válečkách průtahového zařízení. Na proti válečkům z pružného potahu jsou umístěny ocelové drážkované válce, jak je patrné z obrázku č. 4. Zde se zachytávají krátká vlákna a ta jsou následně kanály odsáta z průtahového ústrojí a jsou dopravována do filtrační jednotky, kde se zachytávají na filtrech.



*Obr. 4 Průtahové ústrojí u tryskového dopřádání*

Vlákenný odpad se odsává z průtahového ústrojí pomocí podtlaku. Použití podtlaku se standardně využívá centrálně v celé přádelně, kde je vzduchovými kanály spojeno více strojů dohromady. Existuje také řešení s využitím individuálního odvodu vlákenného odpadu u jednotlivých strojů. Jedná se o použití jednoho ventilátoru umístěného v konstrukci stroje a ten zajišťuje odtah odpadu ze spřádacích jednotek stroje. Tyto systémy jsou využívány zejména v přádelnách s nižším počtem strojů. [11,12]

### 2.1 Princip odvodu vlákenného odpadu u stroje J20

Vlákenný odpad je pod tlakem odveden ze všech jednotek do filtračního boxu stroje, který je umístěn na konci stroje. Filtrační box stroje J20 je znázorněn na obrázku č. 5. Skládá se z hlavního filtru (1), volně výkyvné klapky (2) a úložné komory (3). Vlákenný odpad se při provozu usazuje na hlavním filtru (1). Stroj se v určitém intervalu přepne automaticky do čistící fáze, při které dojde ke zpětnému profouknutí hlavního filtru (1) a propadnutí odpadu výkyvnou klapkou (2) do úložné komory (3). Vlákenný odpad se shromažďuje v úložné komoře (3) umístěné pod hlavním filtrem (1).



*Obr. 5 Filtrační komora s volně výkyvnou klapkou a nashromážděným odpadem (1 – hlavní filtr, 2- volně výkyvná klapka, 3-úložná komora)*

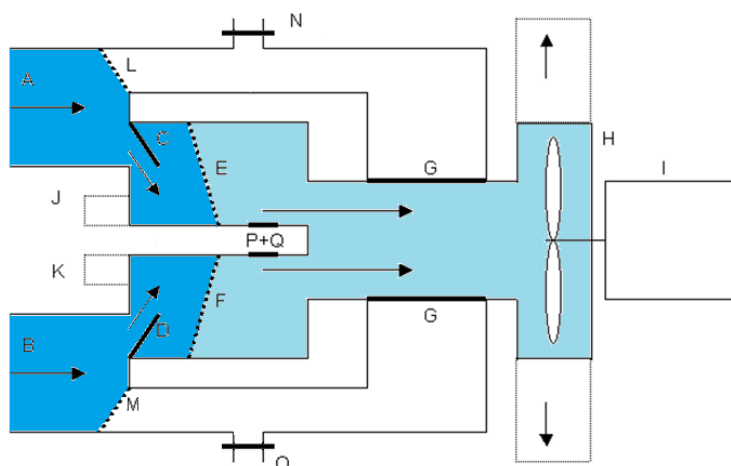
Po určité době musí obsluha stroje odpad shromážděný v komoře (3) pod volně výkyvnou klapkou (2) vyčistit. Pro vyjmutí odpadu obsluhou je nutné stroj přepnout do čistícího režimu. Z tohoto důvodu se stroj v určitých intervalech přepíná automaticky mezi pracovním a čistícími režimy. Princip chodu stroje a funkce volně výkyvné klapky je popsán v následující části. Jednotlivé pracovní fáze stroje jsou:

- 1) pracovní fáze,
- 2) čistění bypassových filtrů, přísátí atmosférického vzduchu,
- 3) bypassová fáze - filtrační boxy vyprázdněny.

1) V první fázi stroj běží v pracovním chodu, kdy dochází k postupnému zanášení filtrů ve filtrační komoře. V této fázi stroj pracuje nejdelší dobu. Stroj je symetrického uspořádání a jednotlivé fáze chodu probíhají na obou stranách současně. Následující obrázky zobrazují schémata průtoků vzduchů v různých režimech. Vzhledem k symetrickému uspořádání bude popisována pouze jedna větev (strana) stroje.

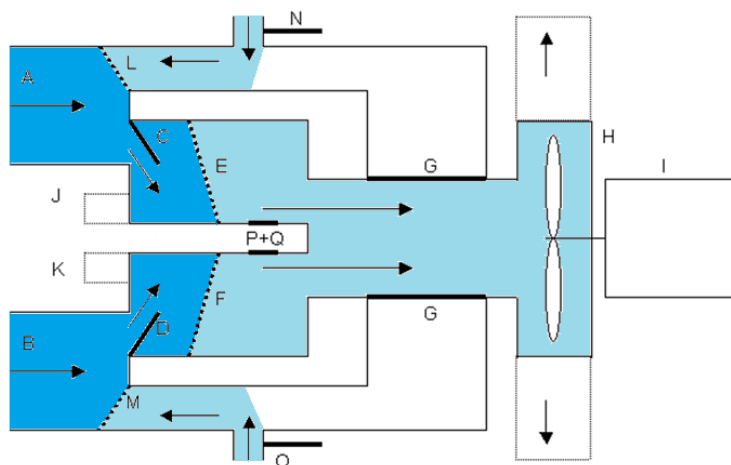
Z nasávací komory A jde vláknový odpad z průtahového ústrojí kolem klapky C do filtrační komory. Zde prochází skrz hlavní filtr E, kde se usazuje odpad na filtrech. Podtlak je realizována pomocí ventilátoru, označeného písmenem H, viz obrázek 6.





Obr. 6 Schéma průtoku vzduchu za normálního chodu stroje, odsávání vlákného odpadu

2) Bypassový filtr *L* je umístěn v kanálu, kterým proudí vzduch s opadem po přepnutí stroje do čistícího režimu. Na tento filtr se během pracovní fáze částečně odpad usazuje. Z tohoto důvodu je nutné před samotným použitím těchto filtrů provést jejich čištění. Ve fázi zobrazené na obrázku č. 7 dochází k čištění bypassového filtru *L*. Po otevření klapky *N* dojde k přísátí atmosférického vzduchu do sacího systému. Tím ve stroji dojde k profouknutí filtru *L*. Tato fáze trvá přibližně asi 10 s. Nahromaděný odpad z bypassových filtrů se nasaje do hlavní filtrační komory. Odpad z filtru *L* dále proudí stejně jako u pracovního chodu do hlavní filtrační komory.

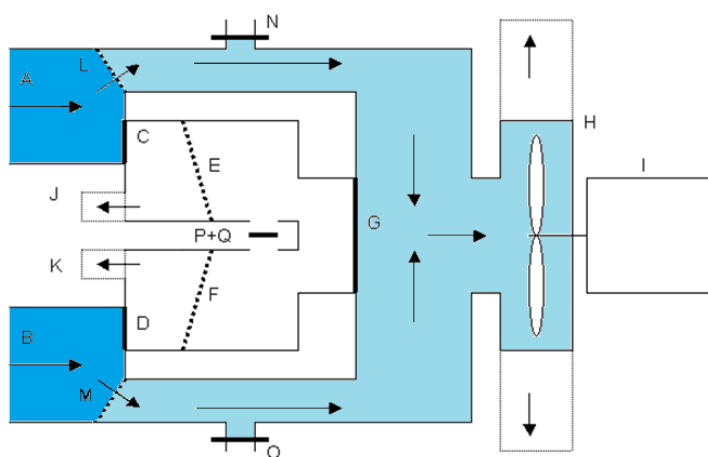


Obr. 7 Schéma čištění bypassových filtrů, přísátí atmosférického vzduchu

3) Při přepnutí do bypassové fáze dochází k čištění hlavního filtru *E*. Schéma proudění vzduchu v této fázi je zobrazeno na obrázku č. 8. Uzavřením přísávací klapky

N a změny polohy klapky  $G$  dojde k přesměrování proudu vzduchu kanálem přes filtr  $L$ , kde dochází k zachycení odpadu. Tento proud vzduchu uzavře podtlakem klapku  $C$ . V prostoru hlavního filtru  $E$  tak zůstává určitý podtlak. Po otevření klapky  $P+Q$  dojde k přísátí atmosférického tlaku do prostoru za hlavní filtr  $E$ . Při vyrovnávání tlaků v prostorech za a před filtrem  $E$  tak dojde ke zpětnému profouknutí filtru  $E$  a tím k uvolnění zachyceného odpadu. Ten následně propadne přes výkyvnou klapku  $J$  do úložné komory.

Po určitém intervalu dojde k uzavření klapky  $P+Q$  a následně k přenastavení klapky  $G$  do pracovní polohy. Přesměrováním sacího proudu opět přes hlavní filtr  $E$  dojde pod tlakem k uzavření volně výkyvné klapky  $J$  a otevření výkyvné klapky  $C$ . Tím systém uveden opět do pracovní fáze a proud s odpadem usazován na hlavním filtru  $E$ .



Obr. 8 Schéma bypassové fáze – vyprázdnění filtračních boxů

## 2.2 Problém stávajícího řešení odvodu vlákenného odpadu

Při odvodu vlákenného odpadu ze spřádacích jednotek pomocí centrálního ventilátoru se tento odpad odděluje pomocí filtrů ve filtrační komoře. Na těchto filtrech se hromadí odsátý vlákenný odpad a dochází tak k postupnému zanášení filtrů. Jejich čištění je realizováno automaticky pomocí čistící fáze. Nashromážděný odpad v úložné komoře musí obstarávat obsluha stroje, která musí vždy po určitém čase otevřít filtrační komoru, a nashromážděný materiál odstranit, jak je patrné z obrázku č. 9. Důsledkem je častý zásah obsluhy u filtrační skříně stroje. Toto čištění je navíc možné provozovat pouze během čistící fáze, která trvá pouze několik sekund.



*Obr. 9 Filtrační komora s vlákenným odpadem*

K zanášení hlavního filtru dochází v závislosti na zpracovávaném materiálu a jeho kvalitě po 10 až 15 minutách. Pokud je v úložné komoře více materiálu, nedochází k dokonalému uzavření výkyvné klapky a materiál se ze spodní komory kvůli obnovení podtlaku nanáší zpět na filtr. To negativně zvyšuje rychlost zanášení hlavních filtrů. Vlákenný odpad se vyznačuje určitou kompaktností vzniklou usazováním na hlavním filtru při odsávání.

### 3. Cíl práce

Vlákenný odpad, vznikající v průtahovém ústrojí, obsahující krátká a vyloučená vlákna, je transportován systémem odsávání do bočnice, kde ulpívá ve filtrovacích skříních na sítích umístěných před ventilátorem vyvíjejícím pracovní podtlak. Na filtračních sítích vzniká vlákenná vrstva, která postupně sílí a zvyšuje odpor proudění vzduchu do ventilátoru, čímž dochází ke ztrátám způsobujícím snížení úrovně podtlaku v kanálech sekcí. Motor ventilátoru je řízen frekvenčním měničem a v určitých krocích kompenzuje tyto ztráty zvýšením otáček ventilátoru. To má však za následek zvýšení příkonu a tím pádem zvýšení energetické náročnosti stroje. Cílem je tedy udržet síta pokud možno filtrační čistá nebo jen mírně zanesená. V současné době je na stroji J20 tzv. funkce samočištění. Stroj se v pravidelném časovém intervalu krátkodobě přepne do režimu proudění přes bypassový kanál a pomocí přísávacích klapek dojde k vyrovnání tlaku v komoře na úroveň atmosféry. Klapky jsou umístěny v prostoru za síty, a vzduch tedy proudí skrze ně v opačném směru než pracovním. Tím se docílí odpadnutí vlákenné deky přes výkyvnou klapku do úložné komory. Po opětovném přepnutí do pracovního režimu většina odpadu zůstává na dně komory a filtrační síta jsou průchodnější. S hromaděním se odpadem v komoře dochází k nedokonalému uzavírání výkyvné klapky a tím má větší množství vláken tendenci vracet se zpět na síta. Proto je potřeba zajistit bezpečný odvod tohoto odpadu mimo prostor hlavního filtru, např. do přistaveného kontejneru s větší kapacitou, ideálně např. v pěchovaném stavu tak, aby nároky na četnost zásahu obsluhy byly pokud možno co nejmenší.

Cílem diplomové práce je návrh zařízení, umožňující kontinuální, případně intervalové odvádění vlákenného odpadu z filterboxů stroje J20. Cílem je vlákenný odpad odvést nejlépe v upěchovaném stavu do kontejnerů a tím prodloužit obslužný interval filtrovací skříně. Zařízení by mělo být volitelně dodávané k novým strojům jako nadstandardní varianta a je vhodné i pro upgrade strojů již fungujících v provozu u zákazníků. V případě intervalového čištění lze využít intervalu přepnutí komor do samočisticího stavu, kdy je ve filtrovacích skříních atmosférický tlak. Tento stav je však krátký, trvá 10-15 s.

## 4. Patentová rešerše

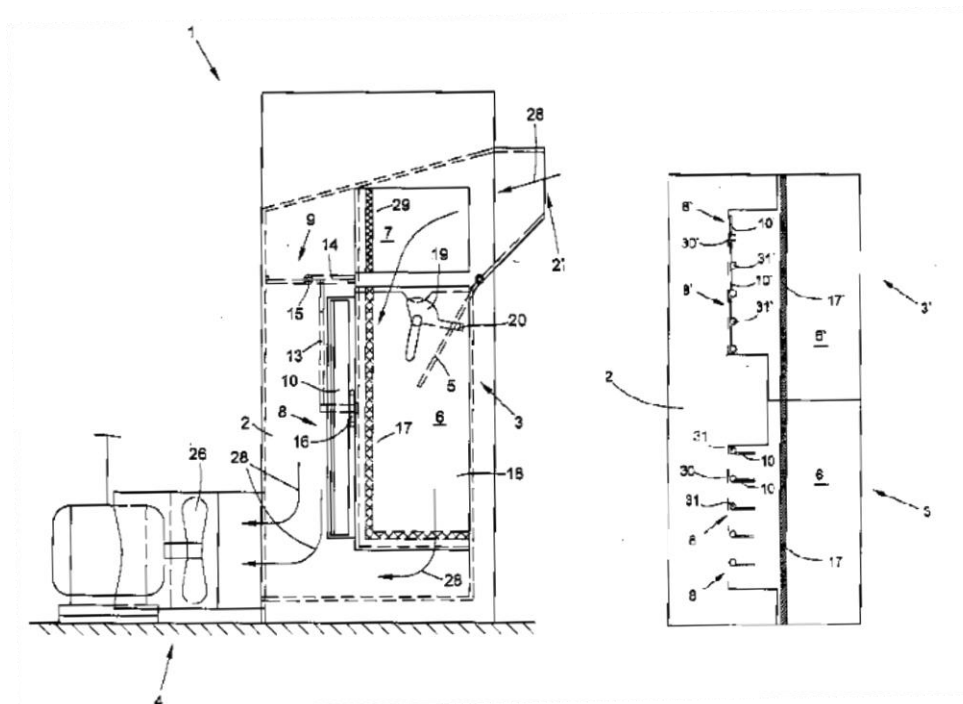
Cílem patentové rešerše byl průzkum stávajících řešení odvodu vlákenného odpadu. Rešerše byla zaměřena především na způsoby dopravy a zpracování odpadu. Vybraná řešení a jejich principy jsou popsány níže.

1) První uvedený způsob byl vyvinut firmou Oerlikon Textile Gmbh & Co. Kg pod patentovým číslem DE 102008011763, viz schémata na obrázku č. 10. [13] Jedná se o filtrační zařízení (1) textilních strojů. Toto zařízení obsahuje filtrační komoru (3) rozdělenou na hlavní (6) a záložní (7) komoru. V těchto komorách jsou umístěny filtry: hlavní filtr (17) a záložní filtr (7). Hlavní komora obsahuje v prostoru za filtrem otvory (8), kterými prochází vzduch. V pracovním režimu odsávaný vzduch s vlákenným odpadem proudí od přívodu (28) přes hlavní komoru (6) a filtr (17), kde se vlákna usazují. Průchod vzduchu otvory je regulován pomocí sady otočně uložených lamel (10, 10'), které leží v různých rovinách v otevřeném stavu. Lamely se otvírají a zavírají pomocí páky (16). Otáčení lamely je okolo osy ležící na její podélné hraně. Otvory jsou uspořádány vertikálně do sloupců a jejich plocha je omezována načejičícími se lamelami. Otvory pro výstup vzduchu (8) se nachází mezi lamelami (10) a komorou (2). K těmto otvorům je připojený zdroj podtlaku vytvářený ventilátorem (26). Tím, že se lamely otáčí proti směru působení podtlaku, dochází při jejich uzavření k dobrému utěsnění. Filtrační sestava obsahuje páku (13), která ovládá klapku (14). Tato klapka je umístěna ve výstupním otvoru vzduchu (9) a filtrační komoře (7), kde uzavírá prostor s lamelami. Je otočně uložena na čepech (15). Pomocí rukojeti (16) docílíme uzavírání lamel prostřednictvím páky (13) a tím uzavření výstupních otvorů (8) v hlavní filtrační komoře (6).

Při zaznění signálu stroje bud optického nebo zvukového zaměstnanec zatáhne za rukojeť páky (16). Tato páka je spojena s lamelami (10) a dojde k uzavření výstupních otvorů (8) ve filtrační komoře (6). Ve stejné době dojde k otočení klapky (14) v prostoru výstupu vzduchu (9) v rezervní komoře (7) prostřednictvím páky (13). Výstupní otvor vzduchu v rezervní komoře je otevřen. Mezi hlavní filtrační komorou (6) a rezervní komorou (7) je umístěna škrticí klapka (5), kterou ovládáme pomocí mechanismu (19). Uzavřením pomocí páky (20) dojde k poklesu tlaku na atmosférický tlak v hlavní filtrační komoře. Po poklesu tlaku může dojít k vyčištění komory přes dveře (18). Vzduch mezitím proudí přes rezervní komoru, dokud nedojde k vyčištění hlavní filtrační komory.

V popisu tohoto principu není uveden způsob čištění záložního filtru (7). Lze předpokládat, že k čištění tohoto filtru dochází automaticky při opětovném přepnutí do

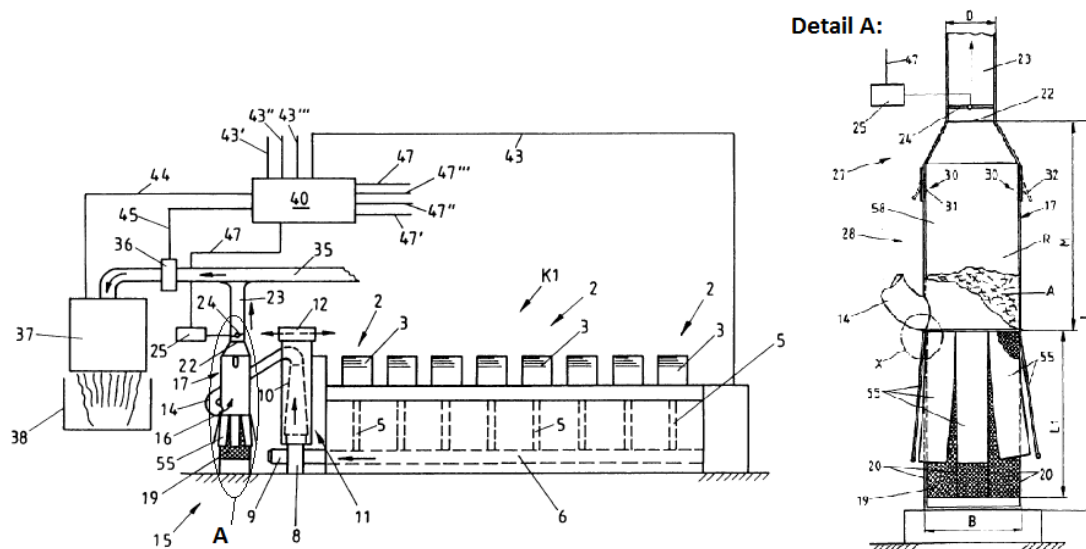
pracovní fáze. Proud vzduchu proudící v této fázi do komory (6) pravděpodobně strhává usazený odpad z filtru (7) a tím ho (alespoň částečně) očišťuje.



Obr. 10 Boční pohled do filtračního řešení, Oerlikon Textile GmbH & Co, 2009, DE 102008011763

2) Patentové řešení označené pod patentovým číslem EP 0764222 (A1) od firmy Rieter AG Machf se týká pokročilého skladovacího zařízení vlákenného odpadu, viz obrázek č. 11. [14] Zahrnuje přístroj pro odvádění a sběr odpadu vznikajícího při dopřádání u textilního stroje (1), (např. krátkých vláken, semenných odpadů, prachu atd.). Odpadní materiál (A), odsávaný z jednoho nebo více spřádacích jednotek textilního stroje je vháněn do dělicího zařízení (11) pod vlivem proudu vzduchu dodávaného z dmyhadla (8). Z tohoto zařízení je odpad převeden do usazovacího zařízení (15). Podle vynálezu, má usazovací zařízení (15) trubkový tvar a obsahuje vstupní otvor (14), výstupní otvor (22), opatřený blokovací prvek (24), a spodní prostor s prodyšnou stěnou (19). Mezi výstupním otvorem (22) a vstupním otvorem ze sací komory (14) je úsek (19), kde vzduch prochází prodyšnou stěnou a kde dochází k usazení odpadu. V určitých intervalech dochází k odsátí usazeného odpadu z usazovacího zařízení výstupním otvorem (22). Tento úkon se děje pomocí výkonného ventilátoru (36), který dostává pokyn od řídicí jednotky (40) k zapnutí sání poté, co otevře klapku (24), která uzavírá výstupní otvor z úložného zařízení (15). Sací výkon ventilátoru (36) je vyšší než dmyhadla (8). Tím dojde k odsání odpadu skrze

potrubí (23) až do separátoru (37) a odpadového kontejneru (38), kde se tento materiál skladuje a dochází pak k jeho odstranění.



Obr. 11 Řešení pokročilý odvod vlákenného odpadu, Rieter, 1997, EP 0764222 (A1)

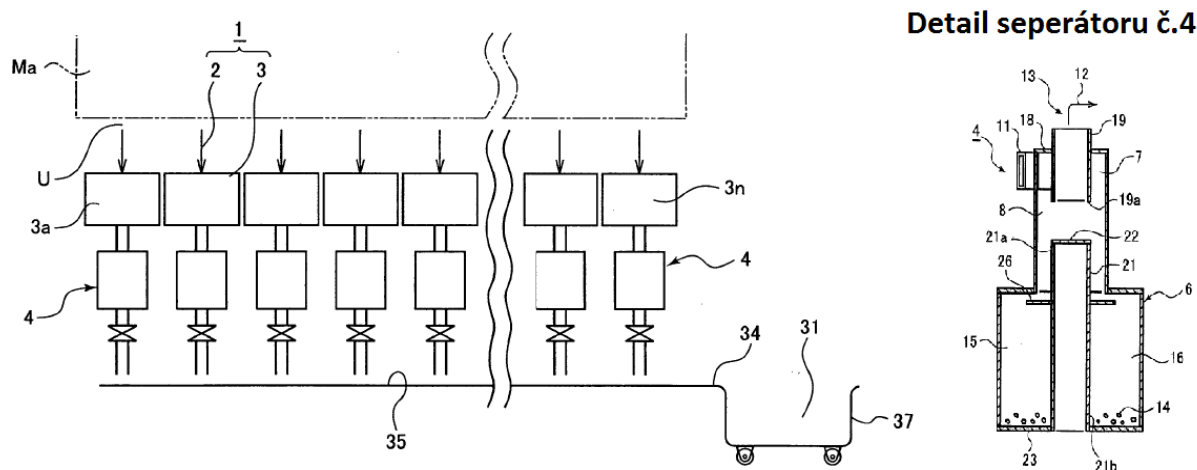
3) Vynález pod patentovým číslem EP 2045378 (A1) je využíván na strojích Murrata Machinery LTD, kde zajišťuje sběr a zpracování vlákenného odpadu, viz obrázek č. 12. [15] Tento systém zajišťuje sání a dopravu odpadu vzniklého při spřádání. Při zpracování odpadu se používá odstředivý separátor (4). Separátor je aplikován na sací části stroje, aby se zabránilo možné odchylce sací síly, je stroj vybaven větším počtem odstředivých separátorů, zajišťujících vždy odsávání pro skupinu pracovních jednotek ( $U$ ) stroje ( $Ma$ ). Jednotky jsou uspořádány v jednom směru a odsávají sacím potrubím odpad z proudícího vzduchu. Separování odpadu je umožněno díky sací lince ve spojení s minimálně jednou spřádací jednotkou. Odpad (14) je shromažďován v oddělení (31) prostřednictvím dopravní jednotky, která je zprostředkována pomocí pásového dopravníku (35), který probíhá podél celého stroje. V alternativní verzi popisovaného vynálezu je pásový dopravník nahrazen dalším sacím vzduchovým kanálem

Základním uzlem je odstředivý separátor (4). Součástí odstředivého separátoru je odstředivá separační komora (8), vstupní kanál (11), odsávací zařízení na vypouštění vzduchu (13), sběrná komora na odpad (16) a posuvná membrána (26). Odstředivá separační komora (8) se skládá z válcového prostoru (7).

Sací kanál od spřádacích jednotek (1) je připojen na vstup separátoru (11). Vstupním kanálem (11) je odpad přiváděn tangenciálně do prostoru (7), kde vzniká vířivý proud

(10). Odstředivou silou se odpad separuje a propadává skrze posuvnou membránu (26), která uzavírá sběrnou komoru (16). Čistý vzduch proudí poté do odsávací části (13). Usazený vláknový odpad (14) je nashromážděn v komoře (16) pod válcovým prostorem (7).

Vyprázdnění odpadu (14) naakumulovaného v komoře (16) se v základní variantě vynálezu řeší pomocí krátkodobého uzavření prostupu komor (7) a (15) pomocí přisunutí membrány (26). Následně dojde k otevření spodního čela (23) a propadnutí odpadu na pásový dopravník (35). Na pásu (35) je pak odpad dopraven do přistaveného kontejneru (31).



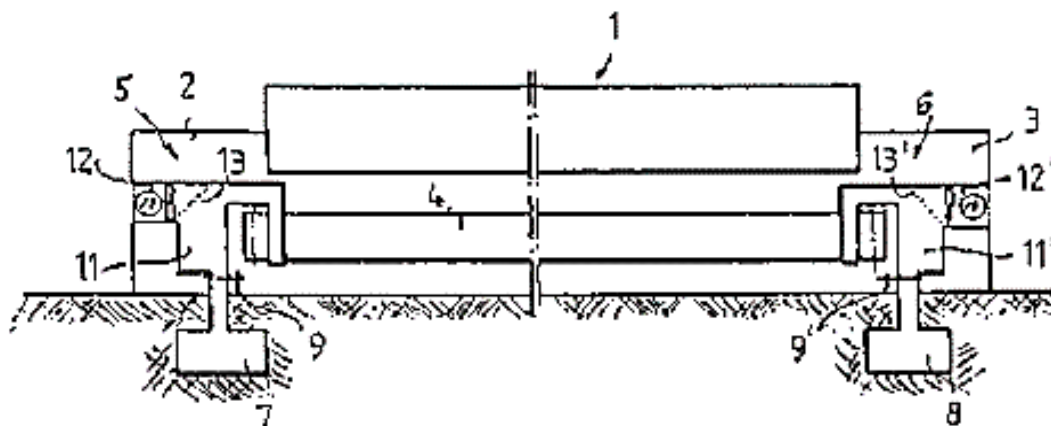
Obr. 12 Řešení firmy Murrata Machinery LTD pomocí separátoru, 2009, EP 2045378

(A1)

4) Jedná se o čistící stroj pod patentovým číslem DE 3942156 (A1), viz obrázek č. 13. [16] Čištění spřádacího stroje (1) probíhá pomocí filtrační komory (4) vedoucí podél celé délky stroje. Odvod vláknového odpadu je zprostředkován dvěma sací jednotky (5,6). Každá sací jednotka má svůj ventilátor (12,12'). Pod ventilátory jsou umístěny kontejnery (11,11'), kde se shromažďuje nasátý materiál. Tyto kontejnery jsou spojeny s externím odpadním systémem (7,8), kterém je umístěn další ventilátor. Mezi odpadními systémy je klapka (9,9'), která se otevře v případě, pokud chceme vyčistit kontejner. Při otevření klapky se přesměruje proud vláknového odpadu do externího systému. Odpad se usazuje na filtru (13). Po vyprázdnění kontejnerů (11,11') se celý systém opět obnoví do původního chodu a odpad zase proudí do kontejnerů. Výhodou je, že sestava poskytuje efektivní čištění a odstraňování odpadů. U této varianty řešení se můžeme využít uspořádání pouze s jedním centrálním ventilátorem umístěným na jedné straně stroje. Musí se

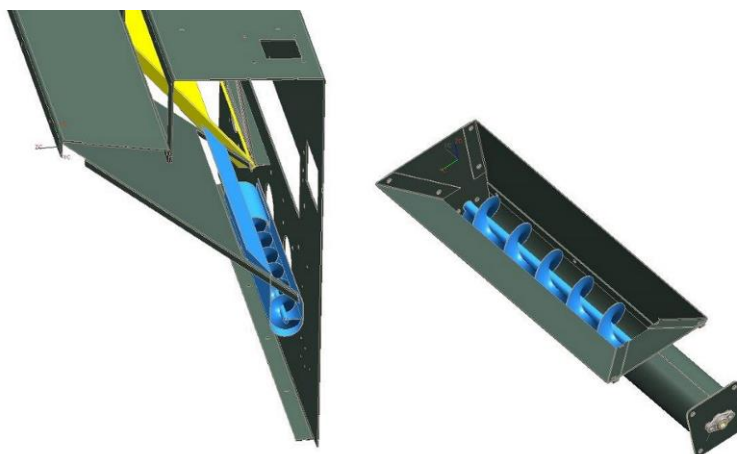


ale použít silnějšího ventilátoru proto tento způsob řešení. Je možno úplně vynechat externí odpadový systém (7,8) pokud víme, že shromážděný materiál bude obsluha stroje schopna odstranit při zastavení stroje např. pro jeho údržbu.



Obr. 13 Řešení čistícího stroje, Zinser Textilmaschinen GmbH, 1991, DE 3942156 (A1)

5) Následující řešení popisuje možný mechanický způsob odvodu vlákného odpadu, realizováno pomocí šnekového dopravníku. Toto řešení, zobrazené na obrázku č. 14, je konstrukčně navrženo pro filtrační skříně stroje J20. Vlákný odpad zachycený na filtračních sítích stroje J20 po automatickém očištění (popsaném v kapitole 2.1) propadá do nálevky šneku.



Obr. 14 Schéma principu využití šneku ve filtrační komoře

Po zapnutí rotačního pohybu šneku dojde k posouvání odpadu a následně jeho propadnutí ve výstupním otvoru šneku. Toto řešení využívá vnitřní zástavbový prostor filtrační skříně. Umožňuje dopravu odpadu do omezeného prostoru úložné komory filtrační skříně nebo prostřednictvím propojovacího vedení do kontejneru přistaveného

mimo stroj. V obou případech nedochází k výraznému spěchování odpadu. Největším problémem této konstrukce je riziko zanášení šneku. Materiál může být natolik jemný, že dojde k jeho usazování mezi stěnou odvodového válce a samotným šnekem. Dochází k zanesení dopravního prostoru vlákny a zabránění otáčení šneku. Tento stav je nežádoucí pro konstrukci stroje, protože je potřebné zajistit kontinuální chod stroje bez nutnosti čištění šneku obsluhou.

#### **4.1 Vyhodnocení patentové rešerše a zvažovaných konceptů**

V patentové rešerši byl proveden průzkum známých řešení odvodu odpadu od dopravních jednotek. Bylo zjištěno, že vzduch se používá k odvodu odpadu jak centrálně z celé přádelny, tak i od jednotlivých strojů. Jedná se o nejpoužívanější způsob odvodu vlákenného odpadu ze stroje. Hlavním důvodem použití vzduchu pro odvod odpadu je snadná manipulace odpadem a minimální riziko zanášení kanálů.

Stěžejní uzlem těchto systémů je pak způsob zachycení a separace vláken z proudícího vzduchu. To je realizováno např. pomocí filtrů či odstředivých separátorů. Jednotlivá řešení se liší v následném způsobu manipulace se zachyceným odpadem. V případě řešení 1) čistí zachycený odpad na filtračních sítích obsluha. V případě řešení 2) je usazený odpad u stroje v určitém intervalu dále odveden výkonným centrálním odsávacím zařízením a opět oddělen v centrálním separátoru, kde odpad volně spadá do kontejneru. V případě popisovaného provedení řešení 3) jsou odstředivé separátory umístěné na stroji a zajišťují odsávání ze skupiny jednotek. Odpad ze separátorů je v určitých intervalech vyprazdňován na pásový dopravník, po němž je dopraven do přistaveného kontejneru na konci stroje.

Získané poznatky mohou být aplikovány na stroj J20 v základních dvou přístupech. Prvním přístupem je vlákenný odpad z úložné komory dopravit mimo stroj do kontejneru s rozměry dle požadavků na čas jeho zaplnění. Doprava přitom může být zajištěna opět vzduchem, či mechanicky. Druhým přístupem je využití vnitřního prostoru filtrační skříně. Toho je využito i u současného způsobu, kdy vlákenná deka volně spadá do úložné komory a obsluha v určitých intervalech zajišťuje její vyjmutí. Pro zvýšení intervalu zásahu obsluhy je v tomto případě nutné odpad přechovávat.

## 5. Měření stlačitelnosti vlákenného odpadu

Pro ověření možnosti pěchování vlákenného odpadu bylo provedeno měření vlastností vlákenného odpadu ze směsi bavlněných a viskózních vláken. Jedná se zejména o jeho schopnost stlačování a opětovného rozvolnění do původního objemu. Měření bylo provedeno na trhačím stroji Instron 4411, kde byl místo trhačích čelistí použit píst s pístnicí, viz obrázek č 15.



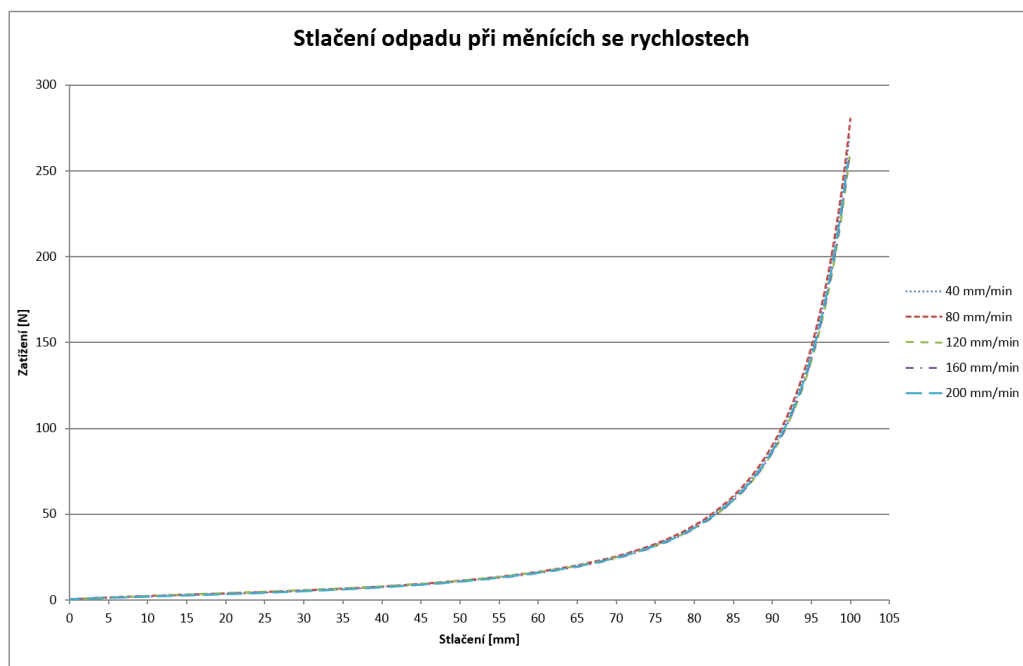
*Obr. 15 Přístroj Instron 4411 s příslušenstvím*

Na pístnici byl umístěn siloměr, který měřil reakci odpadu. Software zapisoval v určitých časových intervalech posuv a sílu, které byla vykreslena do grafu. Měřený vzorek vlákenného odpadu se vkládal do válce s výškou 118 mm. Objem vzorku byl zvolen tak, aby po volném vložení do válce minimálně převyšoval čelo válce, viz obrázek č. 16. Hmotnost tohoto vzorku byla odvážena na digitálních vahách a činila  $m=25\pm0,1$  g. Počáteční vzdálenost čela pístu od dna válce byla 118 mm. Při testu docházelo k posuvu pístu směrem do válce o 100 mm.



*Obr. 16 Válec trhačky s odpadem pro stlačení*

Toto měření bylo provedeno pro rychlosti 40, 80, 120, 160 a 200 mm/min. Pro každou rychlost bylo změřeno deset hodnot stlačení vlákenného odpadu. Změna rychlosti byla provedena z důvodu ověření jejího vlivu na pěchování a opětovné rozvolnění odpadu. Po časové prodlevě 60 s od uvolnění pístu byla změřena posuvným měřidlem míra opětovného rozvolnění.



Graf č. 1 Závislost stlačení na zatížení odpadu

Jak je patrné z grafu č. 1, změřená silová závislost pěchování na posuvu má progresivní charakter. Síla stlačování přitom narůstá méně strmě do stlačení cca 90 mm a následně dochází k exponenciálnímu nárůstu síly. Změna rychlosti stlačování nemá v měřeném rozsahu rychlostí vliv na chování odpadu. Míra opětovného rozvolnění vlákenného odpadu byla změřena u všech vzorků a její velikost je přibližně  $55 \pm 5$  mm, jelikož odpad byl měřen pomocí posuvného měřítka.

Vlastnosti chování materiálu nebyly předem známe, jelikož nebyl definován poměr bavlněných a viskózních vláken ve směsi dodané z tryskového doprřadacího stroje J20. Vlákenný odpad se vyznačuje určitou kompaktností vzniklou usazováním na hlavním filtru při odsávání. Výsledky prokázaly možnost dalšího spěchování odpadu, což naznačuje, že mezi jednotlivými vlákny je stále značné množství vzduchu.

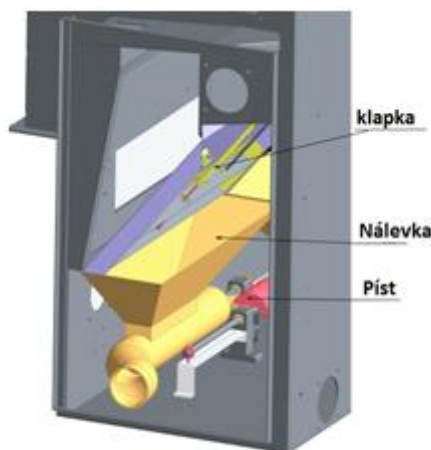
## 6. Návrh nových variant řešení odvodu vlákenného odpadu

Na základě poznatků z provedené rešerše a výsledků měření bylo navrženo několik variant řešení pro odvod vlákenného odpadu. Konstrukce všech návrhů jsou navrženy pro stroj J20. Předpokladem návrhů je interval čištění nahromaděného odpadu maximálně jednou za pracovní směnu. Podle využití zástavbového prostoru lze návrhy rozdělit do dvou skupin.

První skupina reprezentuje řešení dopravy odpadu mimo stroj. Zde bylo navrženo řešení pomocí pístu. Dle řešení 3) popsaného v kapitole 4. je alternativní způsob dopravy pomocí pásového dopravníku. Druhá skupina je reprezentována řešením využívajícím vnitřní prostor stroje v místě filtračního boxu. Zde bylo navrženo několik konceptů. U jednotlivých variant řešení jsou popsány jak jejich funkce, tak vyhodnoceny klady a zápory konstrukce.

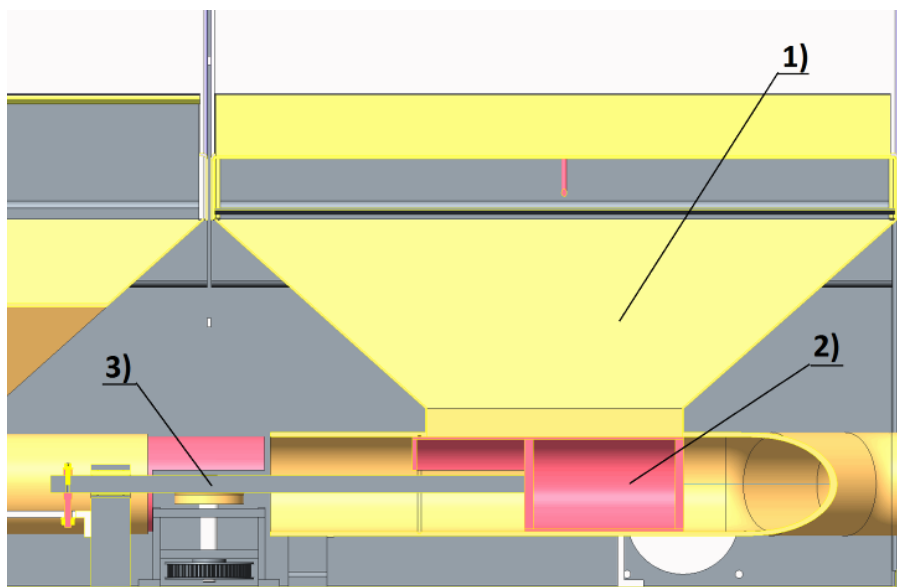
### 6.1 Odvod vlákenného odpadu pomocí pístu

Jedná se o variantu řešení, kde se vlákenný odpad dopravuje mimo prostor stroje. Dopravní a přechovací zařízení je tvořeno posuvným pístem, který zajíždí do kruhové pístnice, viz obrázek č. 17.



*Obr. 17 Varianta řešení odvodu odpadu pomocí pístu*

Konstrukce je tvořena klapkou otvíranou pomocí pneumotoru, která nahrazuje volně výkyvnou klapku. Klapka je vedena ve dvou lineárních vedeních a posouvána pomocí pneumotoru. Přes tuto klapku propadne vlákenná deka do nálevky (1), na dno kruhového pístu (2) do prostoru před pístnicí, viz obrázek č. 18.



*Obr. 18 Řez bokorysem odvodu vlákenného odpadu pomocí pístu*

Poté dojde k uzavření klapky a obnovení pracovního chodu stroje. Odpad tedy zůstává v prostoru pístu v normální atmosféře a nedochází k jeho ovlivňování. Pohon pístu může být s ohledem na omezený prostor realizován hnáným ozubeným kolem pohánějícím ozubený hřeben (3). Vzhledem k symetričnosti stroje a shodných intervalů čištění filtrů může být s výhodou přenášen rotační pohybu jediného ozubeného kola na hřebeny pístů obou komor.

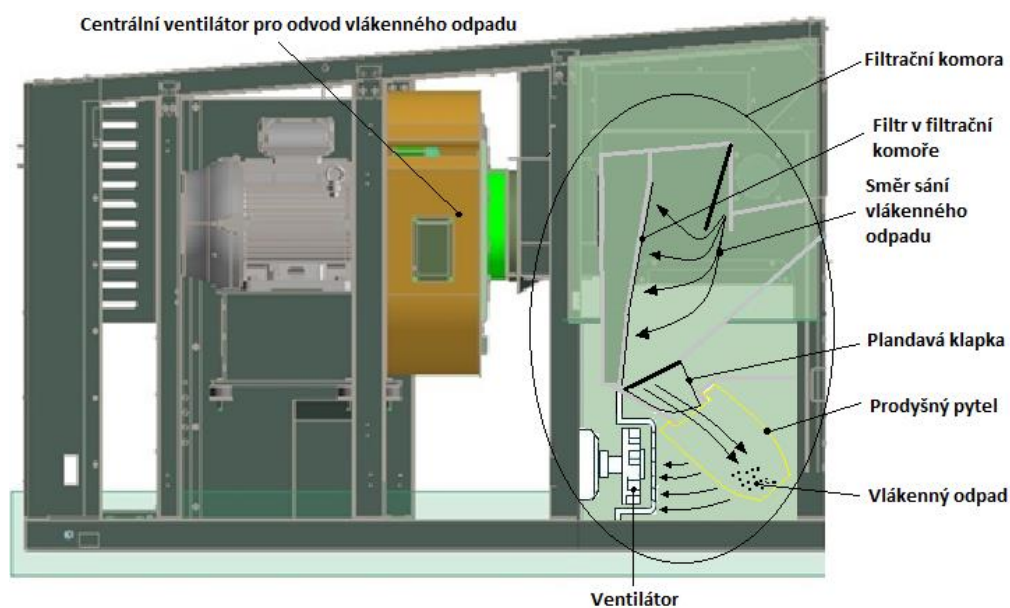
Základním problémem navrhovaného řešení je zamezení zanášení pístu v pístnici. Z toho důvodu bylo zvažováno použití stíracích kroužků v zadní části pístnice tak, aby nedocházelo k zanášení prostoru za pístem. Další uvažované řešení využívá tlakového vzduchu. V pístnici je vytvořena speciální drážka, ve které jsou umístěny trysky, které se při zasouvání pístu ofukují povrchu pístu. Při zasouvání pístu hrozí zpětné rozvolnění vláken v dopravní trubici. Zamezení zpětného pohybu odpadu je řešeno pomocí ohybu dopravní trubice v místě za maximálním vysunutím pístu. Jedním z dalších možností řešení tohoto problému je zpětná klapka v trubici. Ke snížení zpětného uvolnění přispěje také stálé vysunutí pístu a jeho zasunutí těsně před otevřením klapky. V tomto řešení navíc vysunutý píst nahrazuje funkci klapky, čímž snižuje počet použitých pohonů. Ve všech variantách je materiál odváděn pomocí trubice do kontejneru umístěného vedle stroje. Potrubí je s výhodou přivedeno do dna, nebo do spodní části boční stěny kontejneru. Při doplňování odpadu tak dojde k samovolnému přechování způsobeného vlastní tíhou.

Zásadní nevýhodou tohoto (a podobných) řešení je nutnost využití dalšího prostoru mimo stroj. Také by docházelo k pouze částečnému spěchování odpadu. Z pohledu

funkčnosti zařízení je nevýhodou riziko zanášení pístu v pístnici. Lze předpokládat, že by bylo nezbytné zajišťovat čištění pístu.

## 6.2 Odvod vlákenného odpadu pomocí ventilátoru

Toto řešení je odvozeno od běžně používaného systému zachycování prachu, např. na pilách, pomocí prodyšných pytlů, přes které je odsáván vzduch, viz obrázek č. 19.



*Obr. 19 Schéma principu využití luxu pomocí ventilátoru ve filtrační komoře*

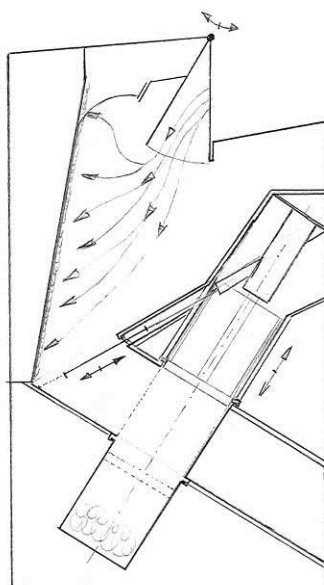
Jedná se o řešení, kdy je použit pytel z prodyšného materiálu, umístěn ve filtrační komoře na rámu pod volně výkyvnou klapkou. Za tímto pytle je umístěn ventilátor, který se spustí při propadnutí vlákenného odpadu skrze volně výkyvnou klapku. Odpad je tak odsán a dojde k jeho zachycení na stěnách prodyšného pytle, kde dojde k usazení odpadu. Samotný pytel může být uchycen do rámečku tak, aby bylo možno provést rychlou a snadnou výměnu pytle po jeho naplnění. Tento systém využívá ověřený způsob transportu a filtrace vlákenného odpadu pomocí vzduchu. Čištění filtrační komory, resp. výměna vaku může probíhat v pracovním režimu a nevyžaduje tak vypínání stroje. Předpokladem je jednorázové použití vaků, neboť jejich čištění a zajištění shodných filtračních vlastností po vícenásobném použití je obtížné. Hlavní nevýhodou řešení tak je zvýšení provozních nákladů stroje, způsobených cenou vaků. Další nevýhodou je nutnost použití dalšího ventilátoru, vzhledem k intervalovému provozu bude navýšení spotřeby elektrické energie však nízké.

## 6.3 Mechanické pěchovací systémy uvnitř stroje

Následné podkapitoly popisují navržené koncepty s mechanického pěchování s využitím vnitřního prostoru filtrační skříně stroje J20.

### 6.3.1 Lineární pěchovací systém se dvěma pneumaty

Schéma řešení odvodu vlákného odpadu pomocí lineárního zařízení je zobrazeno na obrázku č. 20. Toto řešení využívá dvou pneumat. První zajišťuje uzavírání prostupu mezi filtračním a pěchovacím prostorem pro docílení atmosférického tlaku v pracovním prostoru. Druhý pneumat zajišťuje pěchování odpadu, který samovolně propadne do pěchovacího prostoru. Po propadnutí vlákné deky dochází k sepnutí druhého motoru a ke spěchování odpadu. Odpad přitom není pěchován v celé výšce kontejneru, ale dochází k pěchování pouze v horní části kontejneru. Kontejner i lisovací píst mají obdélníkový tvar, přičemž prodloužená výška pístu zamezuje zanešení prostoru za pístem vláknou v koncové vysunutí poloze. Tento systém drží odpad po celou dobu pracovního cyklu stroje ve spěchovaném stavu. Předpokládá se, že k vysunutí pístu dojde těsně před otevřením výsuvné klapky. Tím se eliminuje riziko ulpění částí vlákné deky na boční stěny pístu. Tato vlákna by při zasouvání pístu mohla zanášet prostor kolem pístu. Z pohledu dlouhodobého chodu zde i přesto existuje riziko zanášení funkčních ploch mezi pístem a pístnicí, což může negativně ovlivňovat jeho chod.

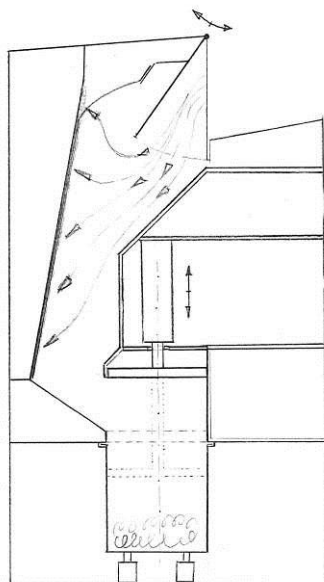


Obr. 20 Schéma varianty lineární pěchovacího systému s výsuvnou klapkou



### 6.3.2 Lineární pěchovací systém s jedním pneumotorem

V této variantě byla odstraněna klapka uzavírající filtrační a pěchovací prostor, viz obrázek č. 21.

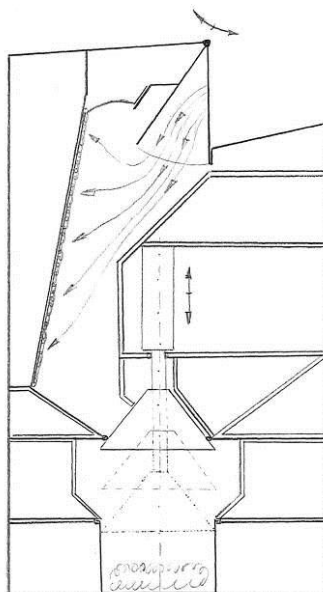


*Obr. 21 Schéma varianty lineárního pěchovacího systému s jedním pneumotorem*

Na schématu je lisovací píst v zasunuté poloze, kdy dochází k propadnutí odpadu do kontejneru. Po samovolném spádu odpadu do prostoru nad kontejner dojde k rychlému vysunutí pneumotoru a k spěchování odpadu. Pro zmenšení potřebného zdvihu motoru nedojde, podobně jako v předchozí variantě, k pěchování v celé výšce kontejneru. Během pracovního cyklu stroje je píst vysunutý a odpad je ve spěchovaném stavu. K zasunutí pístu dochází před čistící fází a spadnutí vlákně deky. Hlavním problémem je riziko zanášení prostoru za pístem. Lze však očekávat, že v důsledku víření vzduchu v komoře při pracovním cyklu by se případný nános samovolně přisál na hlavní filtr. S tím je také spojen i druhý problém tohoto řešení a to nutnost rychlého polohování pro zamezení rozvíření odpadu v kontejneru v koncovém okamžiku pracovní fáze. Následující koncept se snaží možnost zanášení prostoru nad pístem eliminovat.

### 6.3.3 Samouzavírací lineární pěchovací systém

Tato varianta vychází z konstrukce předchozí varianty, kdy došlo k úpravám snižujícím riziko zanášení prostoru za pístem, viz obrázek č. 22.

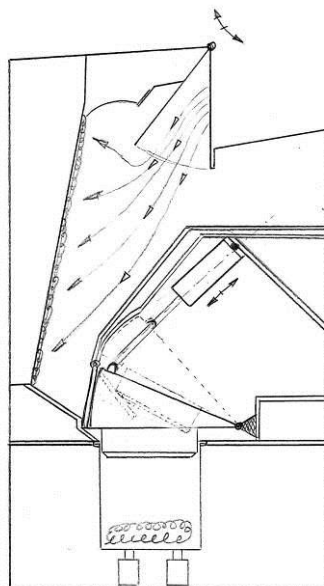


Obr. 22 Schéma samouzavíracího lineárního pěchovacího systému

Jedná se tedy o vylepšení tvaru pístu na kuželový tvar, aby nedocházelo k usazování odpadu nad pístem. Tento kužel v počáteční poloze nahrazuje i funkci volně kyvné klapky. Po vysunutí do mezi-položky dojde k přepadu vláknenného odpadu přes skluzy do kontejneru. Po propadnutí se materiál spěchuje a píst se poté vysune do horní polohy. Stroj se přepne opět do pracovního režimu. Jedním z hlavních problémů je polohování pneomotoru v mezi-poloze, kdy bychom museli docílit zastavení motoru v poloze, kde dojde k propadnutí odpadu do kontejneru. Jednalo by se tedy o konstrukci, kde by musely být drahé komponenty v podobě svěrných jednotek, které by nám docílily potřebného polohování. Dalším problémem je stav, kdy by se odpad nedostal do kontejneru a zůstal by mezi kanálem do kontejneru a pístem. Po zasutí pístu by se odpad mohl dostat částečně do prostoru, kde by po obnovení podtlaku došlo k jeho nasátí na filtry. Doba pracovního chodu by se tedy zmenšila, jelikož by filtry byly zanášeny. Dalším problémem tohoto řešení je, že nedochází k spěchování odpadu při pracovním režimu.

### 6.3.4 Výkyvný přechovací systém

Základní změnou této varianty je výkyvný pohyb lisovacího tělesa, viz obrázek č. 23. Zařízení se skládá z rotačně uložené výkyvné lisovací hlavy a rotačně uložené výkyvné klapky.

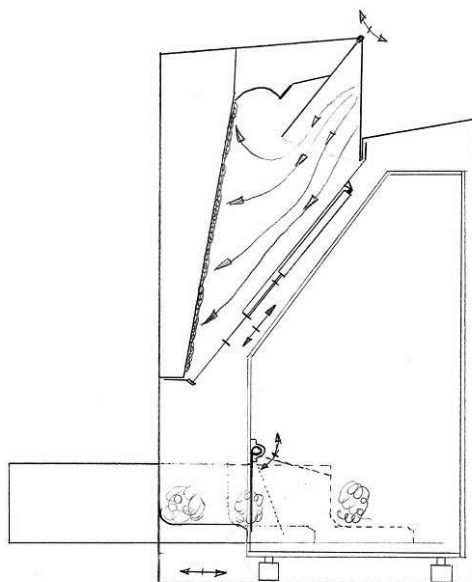


*Obr. 23 Schéma výkyvného přechovacího systému*

U této konstrukce dochází ke spěchování odpadu výkyvnou lisovací hlavou. Odpad je spěchován po celou dobu pracovního chodu stroje. Pneumotor je uložený k rámu na dvou čepích. Lisovací hlava také ovládá rotačně uloženou výkyvnou klapku, opatřenou zkrutnou pružinou působící proti směru zavírání klapky. V pracovním chodu, kdy je lisovací hlava v dolní poloze, tak boční část lisovací hlavy zatlačuje výkyvnou klapku a uzavírá ji. Při čištění filtru vlákenná deka spadne nad výkyvnou klapku. Ta se v důsledku zdvihu lisovací hlavy otevře a deka propadne do kontejneru. Poté se klapka zase zavře v důsledku natočení lisovací hlavy do spodní polohy, při které dochází k lisování odpadu. Odpad by byl tak ve spěchovaném stavu po celou dobu, dokud by se klapka opět neotevřela. Otevření klapky na dobu nutnou pro propadnutí vlákenné deky je relativně krátké a nedojde tak k výraznému rozvolnění odpadu. Jedním z problémů by mohlo být, že pokud by deka spadla na otvírající se výkyvnou klapku, mohla by vlákna ulpět na povrchu klapky a částečně se vtahovat do prostoru mezi klapkou a výkyvnou hlavou.

### 6.3.5 Systém pēchování s hřebenem a s výkyvnou vidlicí

V této variantě se využívá oddělení od podtlaku pomocí klapky poháněné pneu-  
motorem a pēchování pomocí druhého pneumatického válce, viz obrázek č. 24.



*Obr. 24 Schéma systému s lineárním pēchovacím hřebenem a s výkyvnou vidlicí*

Zařízení se skládá ze tří uzlů: 1) klapky, 2) posuvného hřebenu a 3) kontejneru. Vlákenný odpad propadne do prostoru s atmosférickým tlakem a dojde k uzavření klapky a obno-  
vení pracovního chodu stroje. Odpad spadne na hřeben, který je posouván pomocí pneu-  
motoru směrem do prostoru kontejneru. Tento hřeben obsahuje lamely, které prochází  
mezi pery výkyvné vidlice uvnitř kontejneru. Při zasouvání hřebenu pera pomalu vnikají  
do hřebenu, a zároveň částečně pēchují odpad umístěný na hřebenu. Při zvyšujícím množ-  
ství odpadu by mohlo docházet k většímu pēchování odpadu na hřebenu způsobené od-  
porem odpadu, který je již uskladněn v kontejneru. Hřeben se dostane do pozice, kdy pera  
již neleží na odpadu a jelikož je hřidel s pery předpjatá pomocí zkrutné pružiny, dojde  
k propadnutí per do prostoru za hřeben. Po vysunutí do maximální polohy se začne hřeben  
opět zasouvat a zbytkový materiál ležící na hřebenu je setřen pomocí per a zůstává tedy  
uvnitř kontejneru. Toto řešení je vhodné, jelikož využíváme prostor uvnitř stroje. Dochází  
k spēchování odpadu uvnitř kontejneru. Po naplnění kontejneru může dojít k jeho vyjmutí  
z filtrační komory a výměně za prázdný.

## 6.4 Zhodnocení zvažovaných konceptů

Uvažované koncepty lze rozdělit do tří skupin. První skupina využívá k dopravě a také k částečnému přechování pístu. Vstupní otvor pístu je umístěn ve filtrační skříni a pomocí trubice dopravuje odpad do kontejneru mimo stroj. Vhodným napojením dopravní trubice ze spodní části kontejneru může být navíc odpad dále přechován vlastní hmotností. Z pohledu funkčnosti zařízení je nevýhodou riziko zanášení pístu v pístnici. Lze předpokládat, že by bylo nezbytné zajišťovat čištění pístu. Z pohledu zástavby prostoru je nevýhodou řešení využití prostoru mimo stroj.

Druhou skupinu tvoří koncept odvozený od běžně používaného systému zachycování prachu, pomocí prodyšných pytlů, přes které je odsáván vzduch. Odpad je tak odsán z filtrační komory a dojde k jeho zachycení a usazení v prodyšném vaku. Tento systém využívá ověřený způsob transportu a filtrace vlákného odpadu pomocí vzduchu. Hlavní nevýhodou řešení tak je zvýšení provozních nákladů stroje, způsobených cenou vaků. Další nevýhodou je nutnost použití dalšího ventilátoru, vzhledem k intervalovému provozu bude navýšení spotřeby elektrické energie však nízké.

Posledním způsobem navržených řešení je mechanický odvod vlákného odpadu. Výhodou všech pěti uvažovaných řešení je využití vnitřního prostoru filtrační skříně stroje a minimálních zásahů do současné konstrukce rámu stroje. Jednotlivé varianty se od sebe liší jak množstvím použitých pneumotorů, tak i řešením pohybů a jejich vzájemné provázanosti. Největším problémem je omezený prostor úložné komory, ve kterém je umístěný kontejner s odpadem. Pro zvýšení intervalu čištění komory je vhodné odpad dále přechovat. Výsledky měření ukazují možný potenciál přechování při ukládání odpadu v prostoru s limitovanými rozměry.

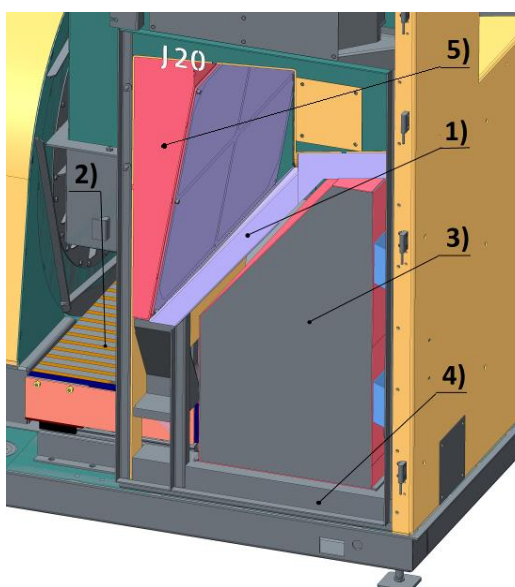
Z prezentovaných variant představuje nejvhodnější řešení odvodu vlákného odpadu pomocí lineárního přechovacího zařízení s lamelami a kontejnerem s výkyvnou vidlicí, popsané v kapitole 6.3.5. z důvodu minimálních rizik spojených se zanášením posuvných částí zařízení.

## 7. Konstrukční řešení lineárního pěchovacího systému

Konstrukční řešení lineárního pěchovacího systému vychází z konceptu varianty uvedené v kapitole 6.3.5. Toto řešení využívá původní vnitřní zástavbový prostor stroje, jak je vidět na obrázku č. 25. Lineární pěchovací systém se skládá ze třech hlavních:

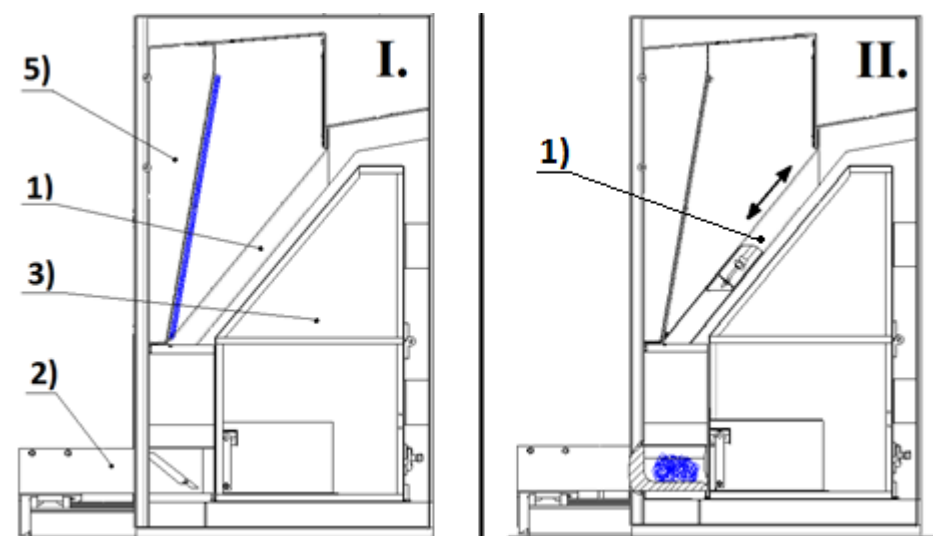
1. uzavírací klapky oddělující filtrační komoru od prostoru určeného pro pěchování,
2. posuvného pěchovacího hřebenu s lamelami,
3. kontejneru s výkyvnou vidlicí pro zamezení opětovného rozvolnění odpadu.

Na obrázku č. 25 je zobrazeno umístění lineárního pěchovacího systému ve filtrační komoře stroje J20, kde jsou označeny klapka 1), pěchovací hřeben 2), kontejner 3), aretační zařízení kontejneru 4) a hlavní filtr 5).



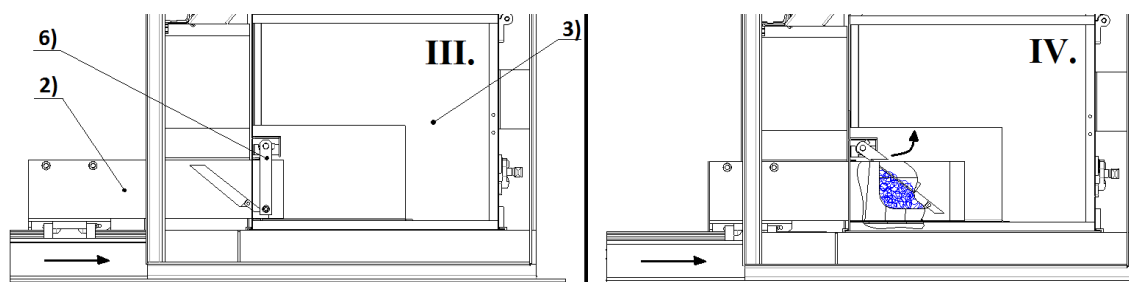
*Obr. 25 Schéma odvod vlákenného odpadu pomocí hřebenu*

Na následujících obrázcích č. 26-29 jsou zobrazeny jednotlivé fáze chodu zařízení. V pracovní fázi stroje se na hlavním filtru (5) nashromáždí vlákenný odpad, který je na obrázku č. 26 I. znázorněn modře. Filtrační komora je oddělena od pěchovacího zařízení klapkou (1) ovládanou pneumotorem. Při přepnutí stroje do fáze čištění dojde k otevření klapky (1) a vlákenná deka propadne na hřeben pěchovacího zařízení (2), viz obrázek č. 26 II.



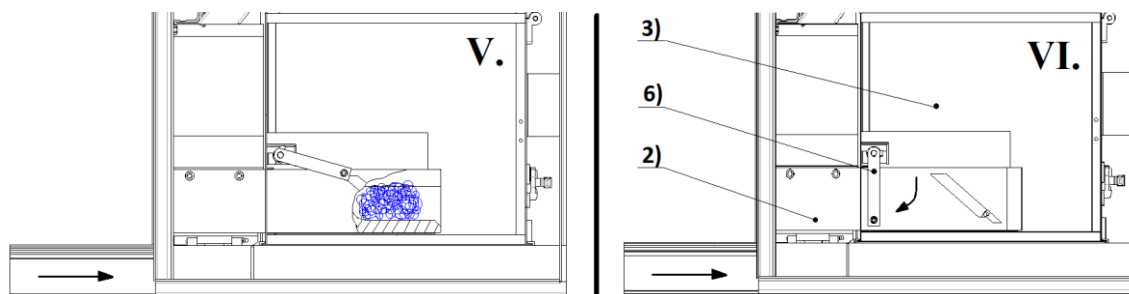
Obr. 26 Schéma odvodu vlákenného odpadu, I. a II. fáze chodu stroje.

Pěchovací hřeben (2) uložený na posuvném vedení se po uzavření klapky (1) vysune pomocí pneumotoru směrem do kontejneru (3), viz obrázek č. 27 III. Kontejner je znázorněn v částečném řezu, aby byly vidět jednotlivé pohyby a součásti uvnitř kontejneru. V kontejneru je na hřídeli uložena výkyvná vidlice (6). Výřezy ve vidlici umožňují průchod lamel pěchovacího hřebenu. Vidlice drží vlákenný odpad uvnitř kontejneru a zároveň při zdvihu uvolňuje prostor v kontejneru pro další dávku odpadu. Dále zajišťují čištění lamel hřebenu při jeho zpětném vysouvání. Na stranách výkyvné vidlice (6) jsou umístěny vahadla s čepem. Po obou stranách hřebenu jsou umístěny desky s profilem vačky. Při zasouvání hřebenu (2) tak narazí čep vahadla na náběžnou hranu vačkového profilu. Při pohybu hřebene dojde k dotyku čepu s vačkovým profilem a ke zdvihání vidlice, viz obrázek č. 27 IV. V původním popisu tohoto řešení v kapitole 6.3.5. bylo uvažováno zdvihání vidlice volně o odpad uložený na lamelách hřebenu. To však zvyšuje riziko vtlačování vláken vidlicí do prostoru mezi lamely. Z tohoto důvodu je v tomto návrhu vidlice zdvihána řízeně prostřednictvím vačky.



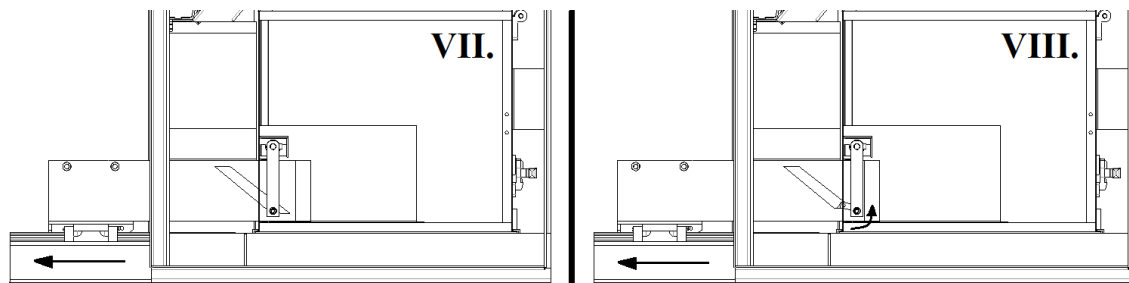
Obr. 27 Schéma odvodu vlákenného odpadu, III. a IV. fáze chodu stroje.

Při dalším zasouvání hřebenu dojde k natočení vidlice až do koncové polohy na vačkovém profilu, viz obrázek č. 28 V. Při dalším zasouvání hřebenu do koncové polohy dojde k vrácení vidlice do původní vertikální polohy, viz obrázek č. 28 VI. Pro navrácení vidlice je hřídel osazena zkrutnou pružinou. Pružina také drží čep v trvalém kontaktu s vačkovým profilem, aby nedocházelo k jeho odskočení v průběhu zdvihu.



*Obr. 28 Schéma odvodu vlákenného odpadu, V. a VI. fáze chodu stroje.*

Po dosažení maximální polohy se začne hřeben opět vysouvat z kontejneru a vidlice tak stírat vlákenný odpad, který případně zůstal na hřebenu. Profil vačky je na spodním konci opatřen západkou se zkrutnou pružinou, která umožňuje průchod čepu vahadla a vysunutí do původní polohy, viz obrázek č. 29 VII. Hřeben se vysune z kontejneru a je připraven pro další cyklus.

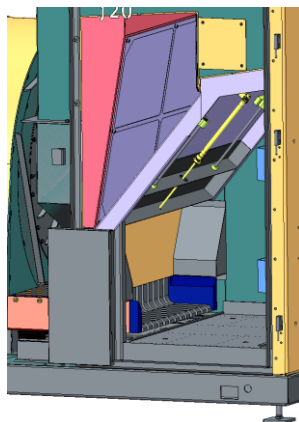


*Obr. 29 Schéma odvodu vlákenného odpadu, VII. a VIII. fáze chodu stroje.*

Filtrační prostor je oddělen příčkou s klapkou od komory, kde dochází k přechování odpadu. Konstrukce klapky byla ponechána v již realizovaném provedení. Jedná se o volně výkyvnou klapku, která díky změně tlaku ve filtrační komoře otvírá nebo uzavírá prostor úložné komory. Mohlo by ale dojít, pomocí změny konstrukce uvnitř filtrační komory k tomu, že velikost podtlaku nebude dostačující k zdvihnutí klapky a uzavření přechovacího prostoru. Funkce volně výkyvné klapky se musí vyzkoušet při chodu stroje. Pokud by volně výkyvná klapka nefungovala, je navržena nová konstrukce po-

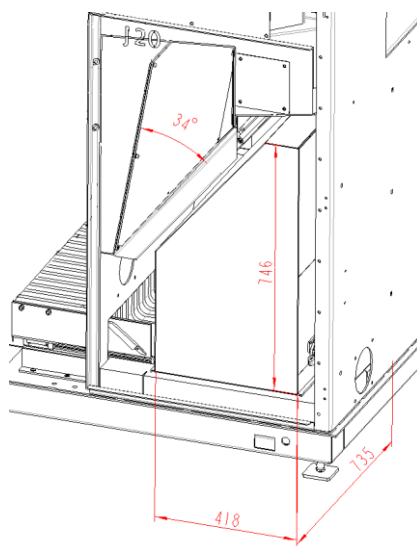


suvné klapky, viz obrázek č. 30. Konstrukční řešení je nedořešené a je inspirováno konstrukcí koncept, který byl přiložen k podkladům od firmy Rieter CZ s.r.o. Jedná se o konzolu z ohýbaného plechu ovládanou pneumotorem.



*Obr. 30 Schéma posuvná klapka s pneumotorem*

Příčka byla ponechána z původní konstrukce filtrační skříně a její úhel je  $34^\circ$ , viz obrázek č. 31. Tento úhel je ověřený pro bezpečný skluz vlákného odpadu přes klapku. Rozdělením filtračního prostoru klapkou vznikl prostor, který máme k dispozici pro uskladnění vlákného odpadu. Rozměry prostoru jsou zobrazeny na obrázku č. 31.



*Obr. 31 Rozměrové schéma filtrační komory*

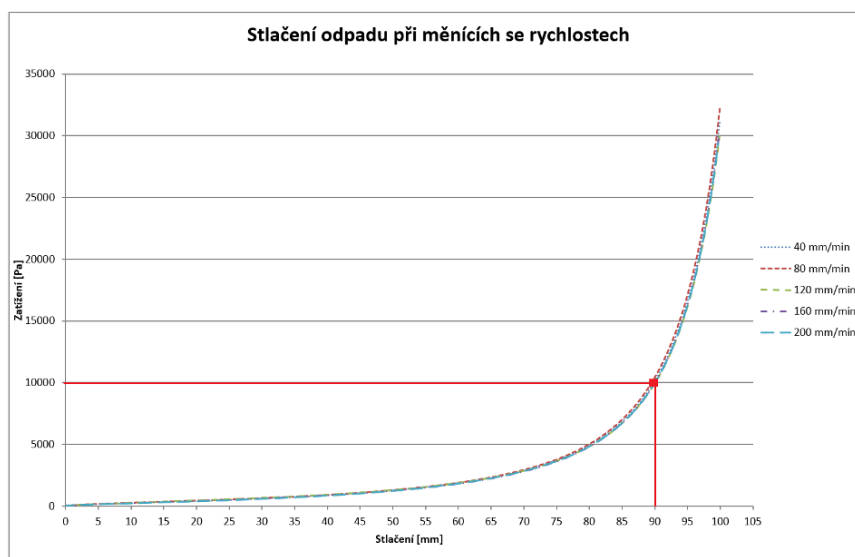
Tyto rozměry udávají maximální možný prostor, využitelný pro kontejner. V kontejneru se bude skladovat vlákný odpad. Velikost prostoru je nedostatečná pro volně nahromaděný odpad, proto se předpokládá jeho spěchování. Pěchovací síla, resp. tlak, potřebný pro spěchování vlákného odpadu do dovoleného objemu komory bude vypočítán v následující kapitole.

## 7.1 Výpočet zatížení

Jelikož vlákenná deka není ve spěchovaném stavu, dochází k rychlému zaplnění úložné komory a při obnovení pracovního procesu se odpad opětovně nasaje na filtry. Z provedeného měření je patrné, že pěchováním je možné výrazně zmenšit objem uloženého odpadu a tím prodloužit čas zaplnění dovoleného prostoru. Odpad by ze stroje mohl být vyjímán v delších intervalech, např. jednou za směnu. Z tohoto důvodu byl proveden výpočet síly potřebné na spěchování odpadu vzniklého na stroji za zvolený čas. Tyto hodnoty budou dále sloužit pro dimenzování konstrukce, jedná se zejména o návrh kontejneru a lineární pěchovacího systému.

Vlákenná „deka“, vzniká nanášením vláken na filtr, a její rozměr jsou přibližně  $0,6 \times 0,79 \times 0,02$  m. Objem takto vzniklé vrstvy deky je  $V_D = 0,00948 \text{ m}^3$ . Čistící proces probíhá v 15ti-minutových intervalech. Při 8 hodinovém provozu tak dojde k čišťení celkem 32 krát. Celkový objem naneseného vlákenného odpadu je potom  $V_{od} = 0,3034 \text{ m}^3$ . Úložná komora má objem přibližně  $V_{kom.} = 0,23 \text{ m}^3$ . Pěchovací poměr je vyjádřen jako poměr  $P_{st} = \frac{V_{od} - V_{kom.}}{V_{kom.}} = 0,243$ . Tento poměr nám udává, o kolik musí být nestlačený objem. Spěchován, což je 24,3 %. Ze změřené silové charakteristiky jsme zjistili hodnotu posuvu pístu do válce pro dosažení potřebného pěchovacího poměru. Pro spěchování o 24,2 % je odpovídající hodnota posuvu pístu 28,5 mm. Změřená silová závislost pístu s průměrem 105 mm byla přepočtena na závislost tlaku, viz graf č.2. Danému posuvu pístu 28,5 mm odpovídá potřebný pěchovací tlak  $P_{28,5} = 526 \text{ Pa}$ .

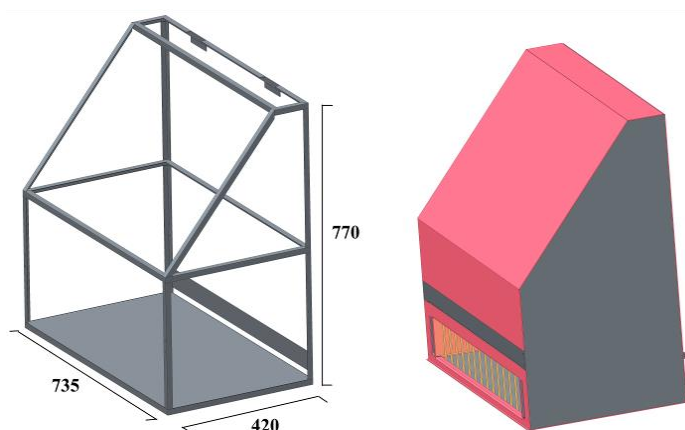
Ze získané silové charakteristiky při stlačování vlákenného odpadu vyplývá, že efektivní možnost pěchování odpadu je přibližně do zdvihu 90 mm, což odpovídá pěchovacímu poměru 76 %, viz graf č.2. Tím je možné docílit uskladnění většího množství odpadu. Při tomto pěchovacím poměru dochází k zmenšení původního objemu  $V_{od} = 0,3034 \text{ m}^3$  na objem stlačený  $V_{90} = 0,072 \text{ m}^3$  po 8 hodinách provozu. K naplnění dostupného objemu komory  $V_{kom.} = 0,23 \text{ m}^3$  tak dojde při uvažovaném intervalu čištění a rozměrech deky, za více než 33 hodin. To představuje při nepřetržitém provozu výměnu kontejneru v intervalu vyšším než jednou za den. Odpovídající pěchovací tlak pro dosažení tohoto pěchovacího poměru je  $P_{max} = 10000 \text{ Pa}$ . Pro tuto hodnotu tlaku budou dimenzovány součásti lineárního pěchovacího zařízení. Jedná se především o komponenty pěchovacího hřebenu a kontejneru.



Graf č. 2 Závislost tlaku na stlačení odpadu

## 7.2 Návrh kontejneru a jeho uložení

Konstrukce kontejneru byla navržena tak, aby co nejlépe vyplnila vnitřek filtrační komory a zároveň byla tak objemná, aby se do ní vešlo potřebné množství odpadu. Rám kontejneru se skládá ze svařených L profilů a je oplechován z plechů o tloušťce 2 mm, viz obrázek č. 32

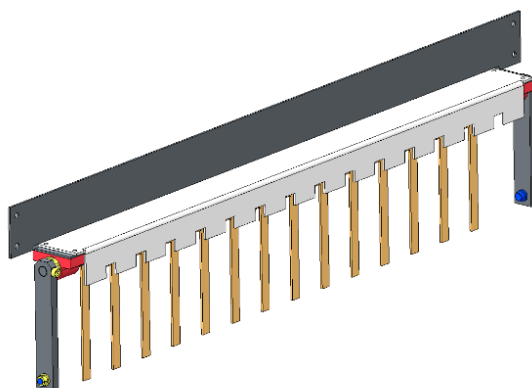


Obr. 32 Rám z profilů a konstrukce kontejneru s oplechování

Prvním bodem je vhodné vytvoření návrhu velikosti kontejneru. Rozměry kontejneru jsou znázorněny na obrázku č. 32. Vhodnou úpravou geometrie byl objem kontejneru mírně navýšen na  $V_{kon}=0,25 \text{ m}^3$ . Množství vlákenného odpadu po spěchování je  $V_{90}=$

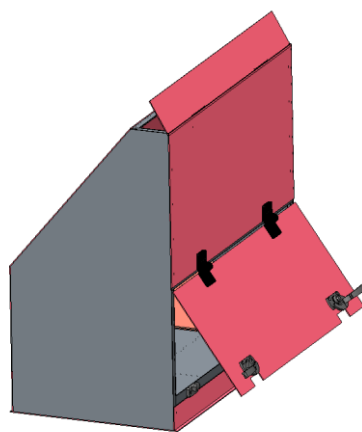
0,072 m<sup>3</sup>. Kontejner je dimenzován na vypočtený tlak  $P_{\max}$ , který odpovídá meznímu stavu při maximálním zaplnění kontejneru odpadem.

Vstupní otvor kontejneru bude uvnitř držen pery výkyvné vidlice. Celá konstrukce otočné hřídele s výkyvnou vidlicí je navržena tak, že se připevní do kontejneru jako celek po smontování, viz obrázek č. 33. Výhodou tohoto řešení je, snadná výměna dílu vidlice v případě potřeby při funkčních testech.



*Obr. 33 Sestava výkyvné hřídele s vidlicí*

Zadní stěna kontejneru je upravena tak, aby šla po vysunutí z filtrační komory otevřít a odpad z kontejneru vyprázdnit. Na zajištění proti případnému otevření stěny jsou použity dvě otočné zarážky. Zadní strana kontejneru s otevřenými dveřmi je vidět na obrázku č. 34.



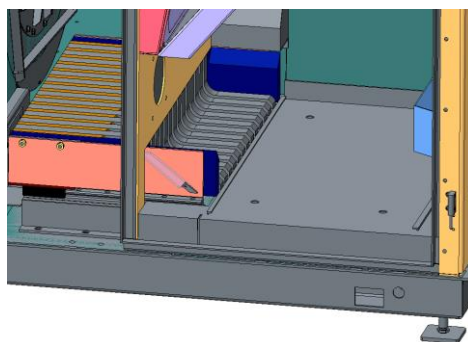
*Obr. 34 Zadní stěna kontejneru*

Pro kontrolu plnění kontejneru byly navrženy dva způsoby kontroly. Prvním řešením je umístění čidla polohy na horní desku kontejneru na pantech, které hlídá polohu vrchní desky. Pokud dojde k nadzvednutí desky vlivem nahromaděného odpadu, čidlo

vyšle signál o nutnosti výměny kontejneru. Další zvažovaný způsob spočívá v určení intervalu výměny kontejneru ze zkušeností při prvotních testech zařízení a stanovení intervalu čištění. Z tohoto důvodu může být boční stěna vybavena průřezem s průhlednou deskou pro snadnější sledování stavu odpadu v kontejneru.

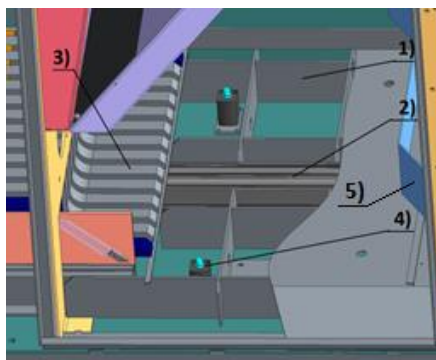
Jak bylo zmíněno výše, další součástí kontejneru je otočná vidlice s pery. Jedná se o důležitý konstrukční uzel celého mechanismu odvodu vlákenného odpadu. Princip a konstrukce otočného hřídele je popsána v kapitole označeném 7.3.

Kontejner se ustaví do pracovní polohy pomocí dvou vodicích ližin umístěných na dnu úložné komory a doraz na zadní stěně, což vidíme na obrázku č. 35.



*Obr. 35 Zaplechované dno filtrační komory*

Hlavní polohování je ale realizováno pomocí aretačního zařízení (4). Aretačního zařízení (4) se skládá ze čtyř pneumotorů s čepy, což můžeme vidět na obrázku č. 36.



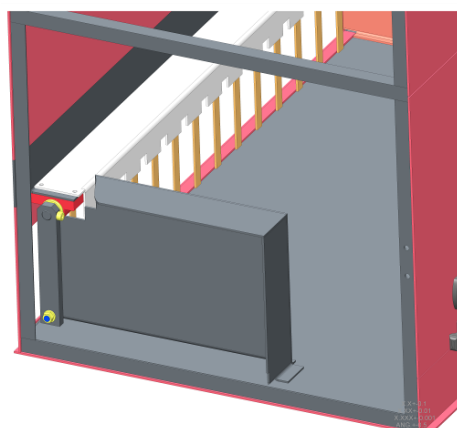
*Obr. 36 Rošt dna filtrační komory s usazenými pneumotory*

Čepy při vysunutí do otvorů v kontejneru fixují jeho polohu ve filtrační komoře. K vysunutí čepů dojde po uzavření dveří filtrační komory. Tím dojde k zajištění vozíku v požadované poloze. To má za účel držet vozík ve vymezené poloze při přechování přechovacím hřebem. Pro celkovou lepší stabilitu a navedení vozíku jsou zde ještě umístěny dva vodicí plechy (5).

Dno filtrační komory je zakrytováno pomocí plechu. Pod tímto plechem je umístěn rošt (1), který tvoří podpěru plechu. Rošt je složen z výpalků, které do sebe zapadají a jsou k sobě svařeny. Plech dna kryje pneumotor (2), který zajišťuje pohyb pýchovacího hřebene (3).

### 7.3 Konstrukce a návrh otočné hřídele s vidlicí

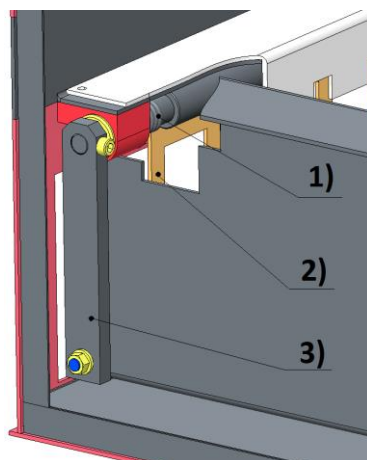
Výkyvná vidlice je připevněna na hřídeli uložené v ložiskových domkách. Domky jsou připevněny na plech, který se vsadí do kontejneru. Toto řešení bylo zvoleno, z důvodu snadné demontáže při testech funkčnosti. Na hřídeli je upevněna vidlice s prsty tvořená jedním vypalovaným plechovým dílcem. Prsty vidlice zajíždějí do posuvného hřebenu s lamelami. V tomto případě bylo zvažováno i řešení vidlice s jednotlivými pery usazenými na hřídeli s distančními trubkami. Toto řešení však bylo zavrhnuto z důvodu špatné montáže (a demontáže) a shromažďování výrobních nepřesností. Proto byla zvolena vidlice zhotovená z jediného plechového výpalku. Na obou stranách hřídele je umístěno vahadlo s čepem, kterým dochází k zdvihání vidlice. Při naplnění kontejneru odpadem bude docházet k působení na vidlici umístěnou na hřídeli. Vidlice bude namáhána na ohyb. Vidlice je přišroubována na hřídel, což bude způsobovat její zkrut. Tento problém bude rozebrán v bodu 7.3.2. Natočení hřídele je realizováno prostřednictvím vačky, která je umístěna na krajní desce posuvného hřebenu. Čep s vahadlem uložený na hřídeli je zakrytován, protože by docházelo k zanášení vlákným odpadem. Mohlo by dojít k zanesení hřídele a mechanismus by se mohl přestat otáčet. Konstrukci můžeme vidět na obrázku č. 37.



*Obr. 37 Řez kontejnerem, uložení hřídel s pery*

Jelikož se hřídel neotáčí vysokými rychlostmi a natáčí se maximálně o  $90^\circ$ , byla zvolena plastová kluzná ložiska od firmy Igus. [18] Hřídel je zakrytována plechem, aby nedocházelo k zanášení hřídele vlákněným odpadem. Na hřídeli jsou umístěny dvě zkrutné pružiny (2), které vidíme na obrázku č. 38. Jsou upevněny jak na hřídel, tak na ložiskový domek. Dojde tedy k navrácení hřídele do původní polohy, když čep přepadne přes vrchní plochu vačky umístěné na desce hřebenu. Když dojde k propadnutí per vidlice mezi lamelami hřebenu, při vysouvání hřebenu z kontejneru se otočná hřídel s pery stává zároveň čistícím zařízením. Zbytek odpadu usazeného na lamelách hřebenu je setřen.

Hlavní součástí výkyvné vidlice s pery (2) je tedy vahadlo s čepem (3), umístěné na konci hřídele. Uložení vahadla na hřídeli je vidět na obrázku č. 38.

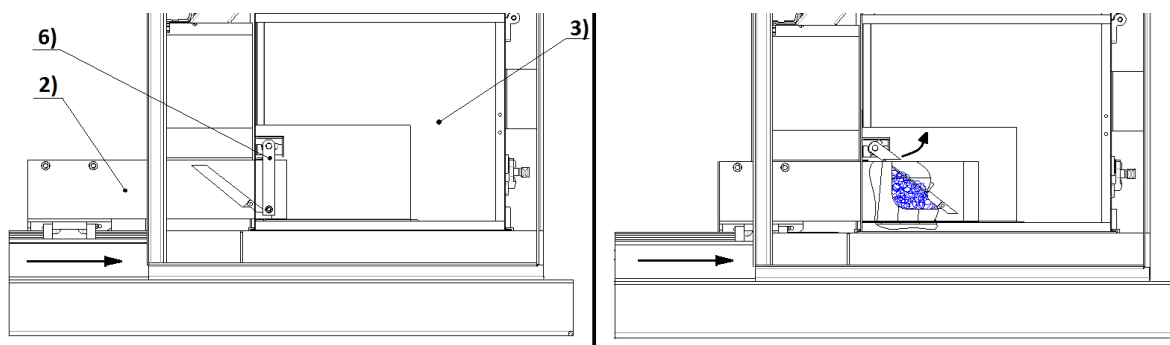


*Obr. 38 Detail uložení vahadla s čepem na hřídeli*

Na druhé straně je umístěný vahadla otočný čep, který při zasouvání přechovacího hřebenu naráží na vačku a dochází tak ke zdvihu vidlice na hřídeli. Návrh zdvihu vačky a její charakteristika je důkladněji probrána v následujícím bodu 7.3.1.

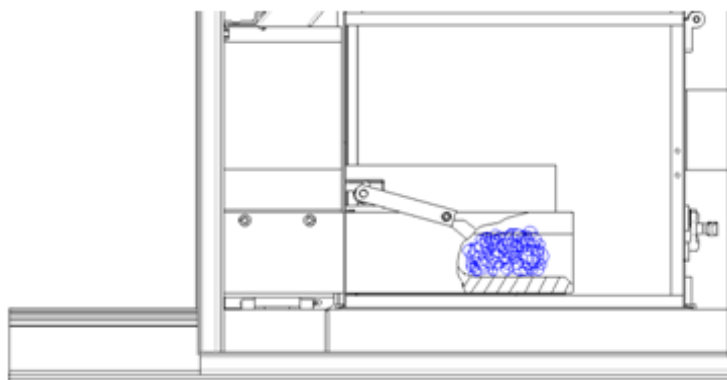
### **7.3.1 Návrh vačky**

Vačka je umístěna na desce, která je připevněna k přechovacímu hřebenu (2). Tato deska s vačkou je umístěna na obou stranách hřebenu, aby docházelo k symetrickému namáhání hřídele. Hřeben (2) se začne zasouvat do kontejneru (3), kde narazí na čep umístěný na vahadle (6). Ten je spojen s hřídelí uvnitř kontejneru (3). Při dalším pohybu hřebenu se čep začne zvedat po náběžné hraně vačky. To je patrné z obrázku č. 39.



*Obr. 39 Čep v kontaktu s vačkovým profilem na desce posuvného hřebenu*

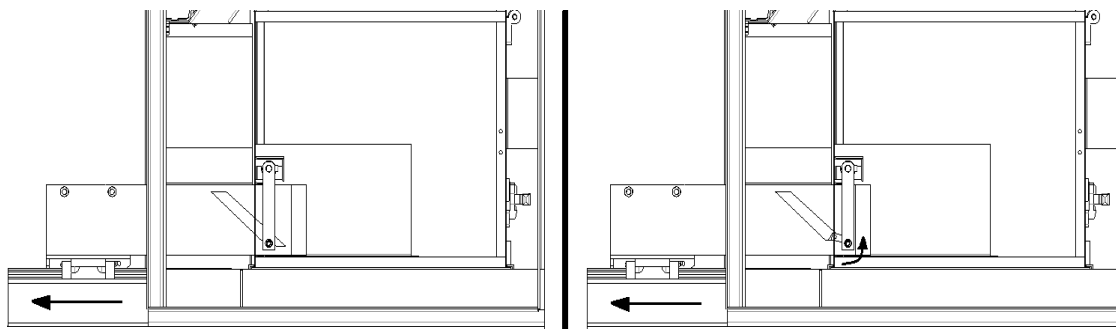
Hřeben se posouvá do kontejneru a čep putuje po profilu vačky. Vahadlo začne pootáčet s hřídelí a vidlicí. Tvar drážky vačky je navržen tak, aby se otočný hřídel s perou postupně zdvihal a nedošlo tak k nadměrnému zatlačení vlákného odpadu mezi lamely hřebenu. V poslední fázi zasouvání hřebenu dojde čep na vrchol vačky, kde dochází k zastavení natáčení hřídele s vidlicí, viz obrázek č. 40.



*Obr. 40 Koncová poloha vačky s čepem*

V této fázi je vidlice maximálně zdvižena. Koncové části per vidlice však stále zasahují do prostoru mezi lamelami. Při dalším vysouvání hřebenu do koncové polohy tak lamely setrou případné kusy odpadu bránící volnému navrácení vidlice do původní vertikální polohy. K navrácení vidlice do původní svislé polohy dojde po rozpojení čepu s vačkou. Propadnutí čepu je zajištěno vlastní tíhou vidlice a také zkrutnou pružinou, kterou je osazena hřídel. Pružina také drží čep v trvalém kontaktu s vačkovým profilem, aby nedocházelo k jeho odskočení v průběhu zdvihu. Zde začíná fáze čištění, jelikož se hřeben začne zasouvat zpět a dojde tedy k tomu, že pera vyčistí odpad usazený na lamelách hřebenu. Při vysouvání čep na vahadle narazí na západku vačkového profilu, která se otevře. To je znázorněno na obrázku č. 41.





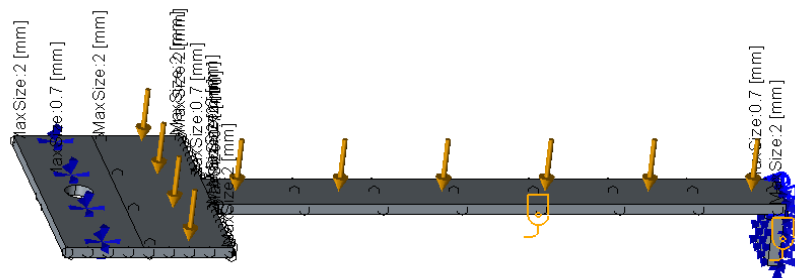
*Obr. 41 Zápádka v otevřeném stavu*

Čep následně projde pod vytočenou západkou. Ta je otočně uložena na vačkovém profilu hřebenu. Díky zkrutné pružině, se západka vrátí do původní polohy po projetí čepu. Hřeben se vysune z kontejneru. Proces čištění se může opakovat.

### **7.3.2 Výpočet deformace vidlice**

Vidlice je umístěna na otočné hřídeli uvnitř kontejneru. Jedná se o plechový výpalek, který je připevněn pomocí šroubů k této hřídeli. Jednotlivá pera vidlice jsou namáhána na ohyb tlakem  $P_{\max}$ , který vyvozuje odpad v kontejneru. Průhyb per a napětí, kterým jsou namáhány, bylo analyzováno pomocí metody MKP v programu Creo Parametric 2.0, v modulu Simulate. Byla provedena simulace podmínek namáhání pera na vidlici. Při provozu dochází ke dvěma způsobům namáhání prstů vidlice.

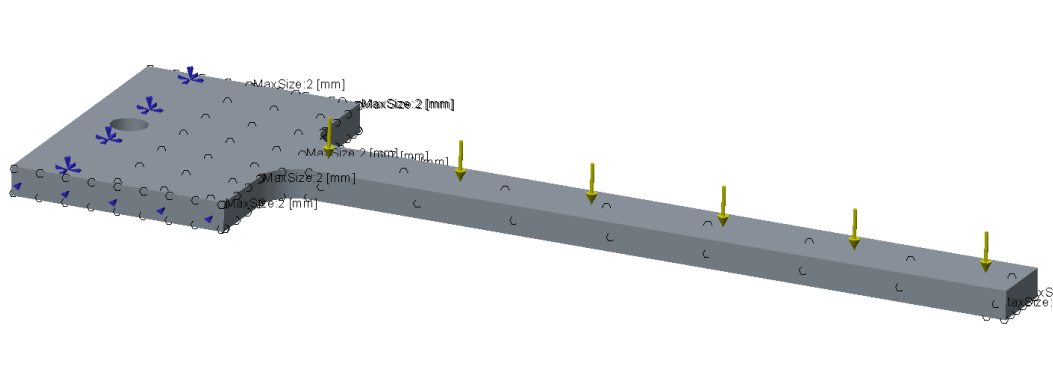
Prvním typem namáhání je stav, když je vidlice v základní svislé poloze. V této poloze vidlice uzavírá kontejner, ve kterém je nashromážděný odpad. Vidlice je tak uloženo na dvou podporách: na otočné hřídeli, a na hraně koncové části pera vidlice s plechem ohraničujícím spodní část vstupního otvoru hřebenu. Tento stav je znázorněn na obrázku č. 42. Jedná se o část vidlice s perem, na jejíž boční hrany je definována okrajová podmínka symetrie.



*Obr. 42 Deformace pera ve svislé pozici.*

Byl proveden statický výpočet napětí a průhybu. Z výsledků analýzy vyplývá maximální průhyb pera vidlice  $w_I = 0,03 \text{ mm}$ . Tato hodnota byla porovnána s analytickým výpočtem, který je  $w_{II} = 0,029 \text{ mm}$ . Analytický výpočet průhybu vidlice je v příloze B. V této příloze jsou také zobrazeny výsledky analýz se softwaru Creo Parametric 2.0. Hodnota maximálního napětí je  $\sigma_I = 62,9 \text{ MPa}$ . Největší koncentrace napětí je v oblasti kontaktu pera vidlice s plechem. Vidlice bude zhotovena z oceli třídy 11 373, jejíž mez kluzu je  $R_e = 196 \text{ MPa}$ . Dle výsledků výpočtu je pevnost dostatečná a nedojde k plastické deformaci ani k porušení pera. Samotná analýza byla také provedena i kvůli kontrole maximálního posuvu v podélné ose pera, tj. kontrola zda nedojde k prohnutí pera a vysunutí pera z plechu, o který se opírá u dna kontejneru.

Druhý stav namáhání pera vidlice je, když se hřídel, na které je umístěna vidlice, pootočí pomocí vačky. Odpad, který je uskladněný v kontejneru, je těmito pery zdvihnut. V tomto stavu je vidlice uložena pouze na straně hřídele. Odpad tlačí na pera vidlice v celé své délce a největší průhyb je tak na volném konci pera. Tento stav můžeme vidět na obrázku č. 43.



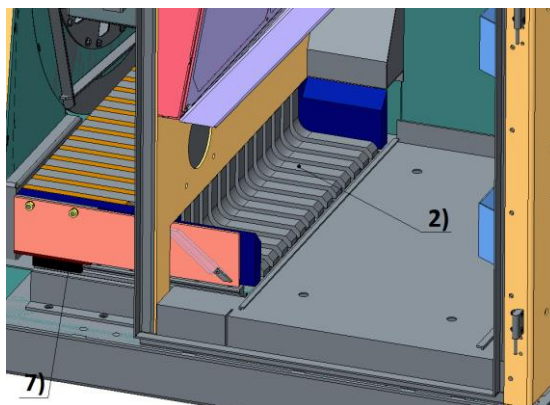
*Obr. 43 Deformace pera při pootočení hřídele*

Velikost průhybu byla opět vyhodnocena pomocí softwaru Creo Parametric 2.0. Hodnota maximálního průhybu je  $w_{III} = 0,72 \text{ mm}$ . Tato hodnota se shoduje s analytickým výpočtem, který vyšel  $w_{IV} = 0,69 \text{ mm}$ . Tento výpočet je v příloze B stejně jako numerický výpočet pomocí softwaru Creo Parametric 2.0. Bylo opět zjištěno napětí, které působí na pera vidlice. Jeho hodnota je  $\sigma_{II} = 129,4 \text{ MPa}$ . Jako bylo již řečeno výše, mez kluzu  $R_e = 196 \text{ MPa}$  pro ocel je 11 373. Tato hodnota je opět vyšší než vypočtené napětí a proto nedojde k trvalé deformaci pera vidlice.

Provedené analýzy a výpočty ověřily maximální deformace a napětí pera vidlice kontejneru při maximálním zatížení. Výsledné hodnoty vyhovují pro dovolené hodnoty zvoleného materiálu. Rozměry pera vidlice tak zůstaly nezměněné.

## 7.4 Návrh pěchovacího hřebenu, pohonů a vedení

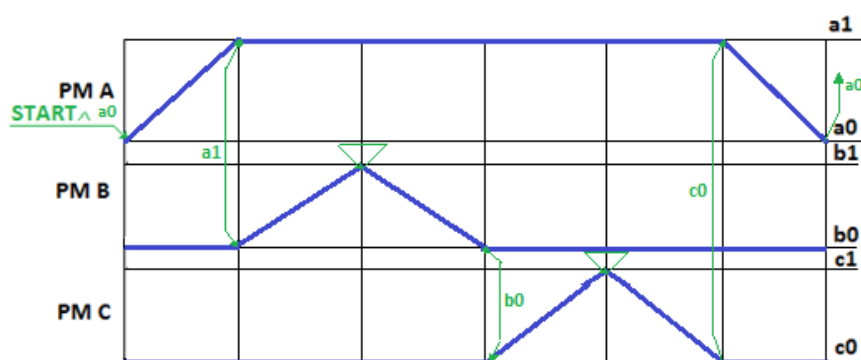
Základem lineárního pěchovacího zařízení je pěchovací hřeben (2). Pěchovací hřeben (2) uložený na posuvném vedení (7), je znázorněný na obrázku č. 44.



*Obr. 44 Perforovaný hřeben s pneumatorem*

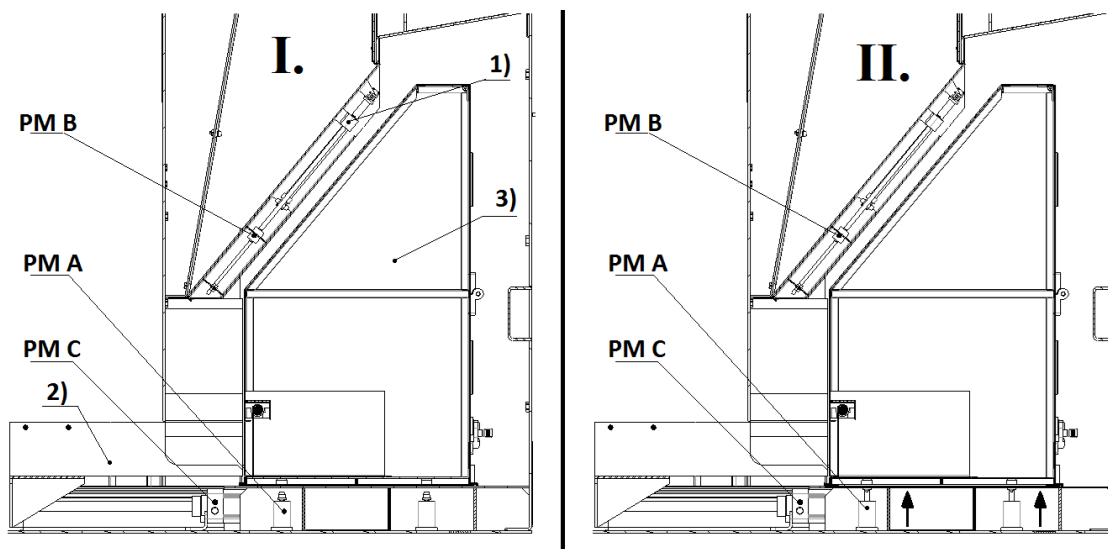
Hřeben se skládá z několika součástí. Jednotlivé lamely hřebenu jsou spojeny s konzolí na posuvném vedení. Lamely jsou připevněny šroubovými spoji ke konzole pěchovacího hřebenu umístěného na lineárním vedení. Vzájemně jsou pak lamely spojeny pomocí dvou tyčí. Na tento hřeben propadne vlákenná deka, která se vytvořila ve filtrační komoře. Svařovaná konzola s hřebemem je spojena s pneumatorem, který pohybuje s celým pěchovacím mechanismem po vedení se zdvihem 286 mm. Vedení je přiděláno na podpoře, pomocí které je vedení připevněno na dno filtrační komory. Čas vysunutí pístu je 5 s, čemuž odpovídá rychlost soustavy  $v=0,05\text{ m/s}$ . Návrhu vedení a pneomotoru je věnována další kapitola. Pěchovací hřeben je složen z lamel a jejich polohu vymezují distanční desky. Do mezer vytvořených distančními deskami zapadají pera vidlice na výkyvné hřídeli. Vidlice je umístěna uvnitř vozíku. Šířka lamel hřebenu je 25 mm a mezera mezi jednotlivými lamelami činí 18 mm. Šířka per vidlice je 10 mm. Mezi lamelou a perem tak vzniká vůle 5 mm na každé straně. Toto eliminuje riziko kolize pera s hřebemem a poškození zařízení. Odpad se vyznačuje kompaktností a nepředpokládá se jeho propadnutí mezi lamelami. Součástí pěchovacího hřebenu jsou desky, na kterých je profil vačky. Funkce vačky je popsána v kapitole 7.3.1.

Vzhledem k použití tlakového vzduchu na současném tryskovém stroji, jsou i pohony všech pohyblivých prvků řešeny pomocí lineárních pneumatických válců. Byly použity tři typy pneumotorů od firmy Festo. Navržení pneumatických válců bylo provedeno pomocí nástroje „engineering“ na stránkách firmy Festo. [18] Činnost pneumotorů je znázorněna na krokovém diagramu na obrázku č. 45. Jednotlivé pneumotory budou pohybovat mechanismem odvodu vlákněného odpadu podle krokového diagramu. Vzhledem k dlouhým zdvihovým časům se u všech pohyblivých uzlů nepředpokládá významné ovlivnění dynamickými silami.



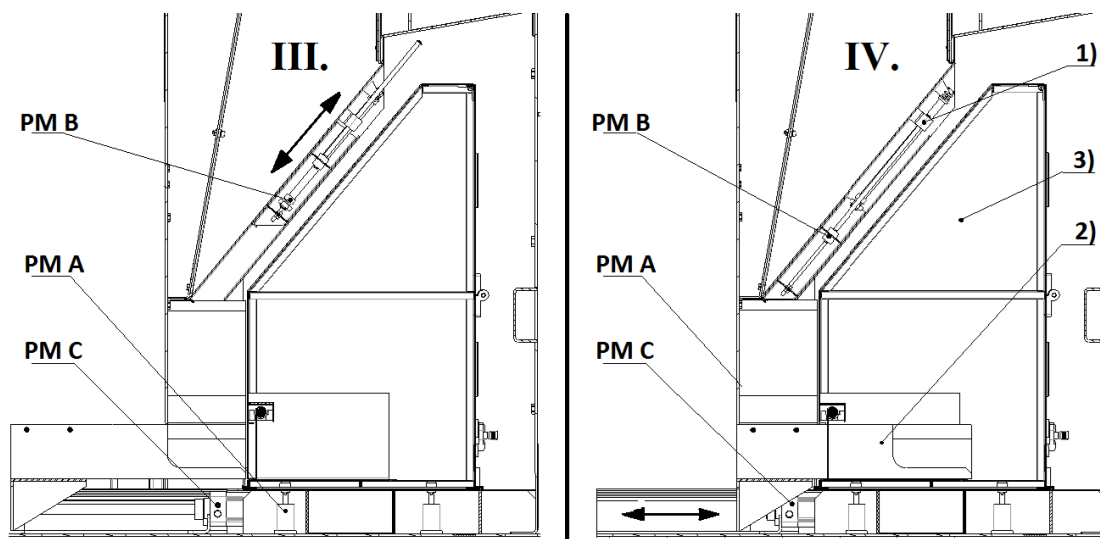
Obr. 45 Krokový diagram pohybů pneumotoru

V počáteční poloze označené I. jsou všechny pneumotory v základním stavu. Po zasunutí kontejneru (3) do filtrační komory dojde k vysunutí aretačních pneumotorů označené PM A. Dojde k zajištění polohy kontejneru, viz obrázek č. 46 II. Obrázky jsou v řezu filtrační komorou, aby bylo lépe vidět jejich vzájemný pohyb.



Obr. 46 Základní poloha pneumotorů (fáze I.) a vysunutí aretačního pneumotoru PM A (fáze II.)

Po vysunutí *PM A* dojde ke splnění podmínky  $a_1$ . Pěchovací systém je připraven v provozu. Při přepnutí stroje do čistícího režimu, je vyslán signál. Tento signál dá impuls pneumotoru *B*, který otevře posuvnou klapku (1), viz fáze *III*. Pneumotoru *B* je v otevřené poloze předepsána podmínka výdrže, odpovídající potřebné době pro propadnutí odpadu, viz obrázek č. 47.

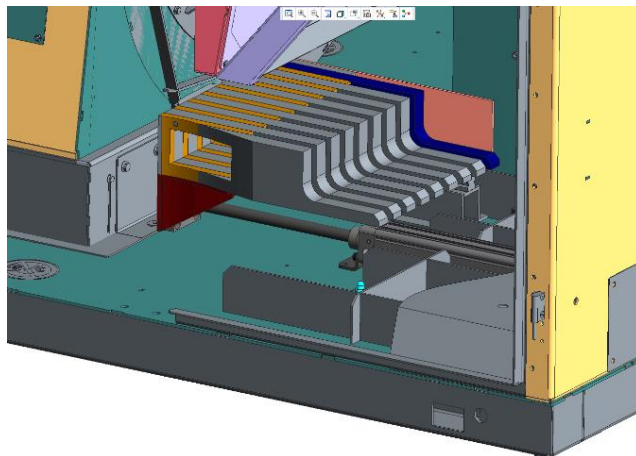


Obr. 47 Vysunutí pneumotoru *PM B* (fáze *III*.) a vysunutí pneumotoru *PM C* (fáze *IV*.)

Po zasunutí pneumotoru *B* dojde k sepnutí koncové polohy  $b_0$ . Tato poloha dá signál k vysunutí pneumotoru *C*, který pohybuje s pěchovacím hřebenem (2). Po opětovném zasunutí tohoto válce se celý cyklus pohybu pneumotorů *B*, *C* opakuje, dokud nedojde k naplnění kontejneru (3). Po dosazení předepsaného počtu cyklů a splnění podmínky zasunutí pneumotoru *C* (podmínka  $c_0$ ) dojde k uvolnění aretačního pneumotoru *A*. Nemůže tak dojít k vysunutí kontejneru v okamžiku kdy pěchovací hřeben (2) není zcela zasunut. Závislost jednotlivých pneumotorů je zobrazena na krokovém diagramu na obrázku č. 45.

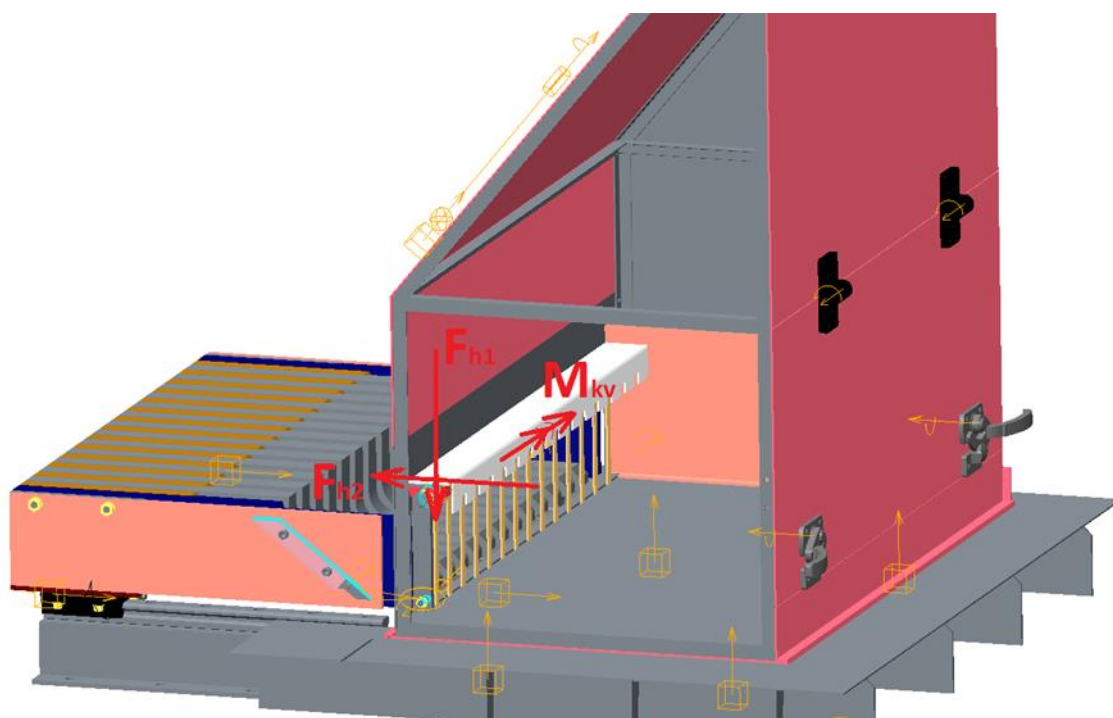
První pneumotor označený jako *PM B* na obrázku č. 49 ovládá posuvnou klapku. Píst pneumotoru je ke klapce připevněn pomocí matice, viz výkres 09\_00. Na opačném konci je válec uchycen pomocí normalizovaného upevňovacího prvku pohonu označeného *LBN-12/16* (ložiskové těleso). Zvolený pneumatický válec je typu: *DSN – 12 -180-P*. Jedná se o dvojčinný kruhový válec podle ISO 6432, s průměrem pístu 12 mm a zdvihem 180 mm. Při použití pracovního tlaku 6 barů vyvozuje síly 68 N při vysouvání a 51 N při zasouvání. Výsledky simulace z nástroje „engineering“ a schéma zapojení obvodu jsou v příloze A.

Druhý pneumotor označený v krokovém diagramu jako *PM C*, viz obrázek č. 47, zajišťuje pohyb pěchovacího hřebenu a je hlavním pohybovým uzlem systému. Válec posouvá hřeben s vlákenným odpadem do kontejneru, kde dochází k zdvihu výkyvné vidlice a spěchování dávky vlákenného odpadu.



*Obr. 47 Řez perforovaným hřeben s pneumatorem C a dnem filtrační komory*

Předpokladem pro návrh pohonu hřebenu je působení mezního tlaku  $P_{max}$  na části pěchovacího hřebenu. Vlákenný odpad působí tlakem  $P_{max}$  na výkyvnou vidlici. Při posuvu hřebenu je tak prostřednictvím vačkového mechanismu přenášeno zatížení z vidlice na hřeben. Průběh zatížení z vidlice se vlivem změny natočení a polohy čepu vahadla na drážce vačky mění. Dále zde působí vlákenný odpad tlakem  $P_{max}$  na funkční plochy lamel, které jsou v kontaktu s odpadem. Při pohybu hřebenu se tak na přenesení síly od spěchovaného odpadu podílí v různé míře oba zmíněné členy. Způsob přenášení zatížení z výkyvné vidlice na lamely hřebenu je vzhledem k vlastnostem odpadu obtížně popsatelný. Z tohoto důvodu byly v programu Creo Parametric 2.0, modulu Mechanism provedeny dynamické analýzy vyšetřující reakce v uložení hřebenu v závislosti na druhu zatížení a zdvihu pěchovacího hřebenu. Model zařízení je uveden na obrázku č. 48. Uvedené dva případy zatížení byly analyzovány odděleně.

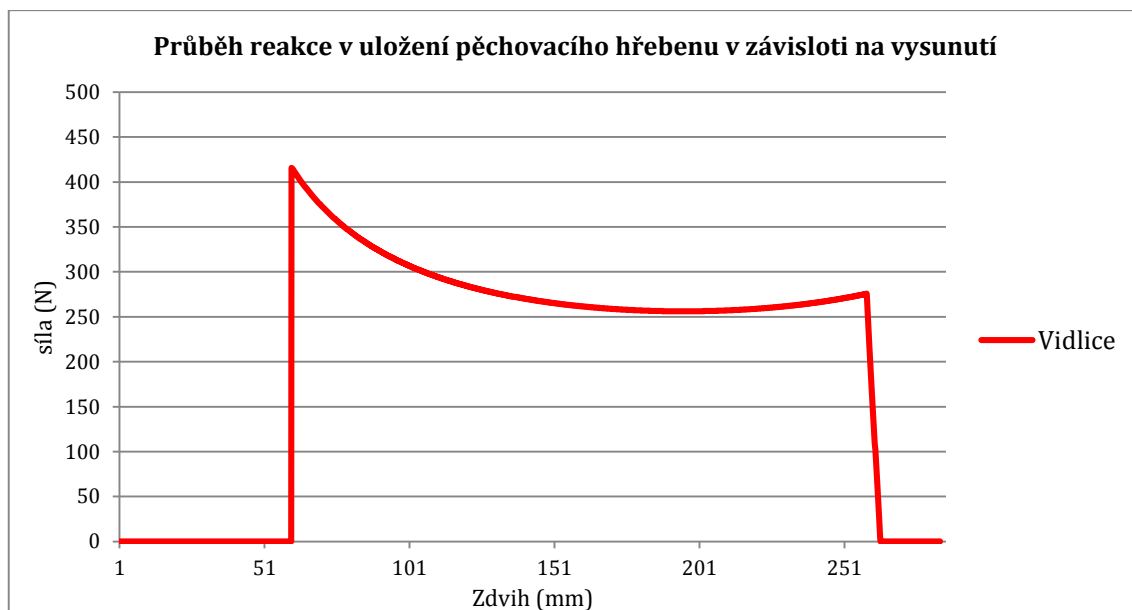


Obr. 48: Model pēchovacího zařízení při dynamické analýze zatížení hřebenu.

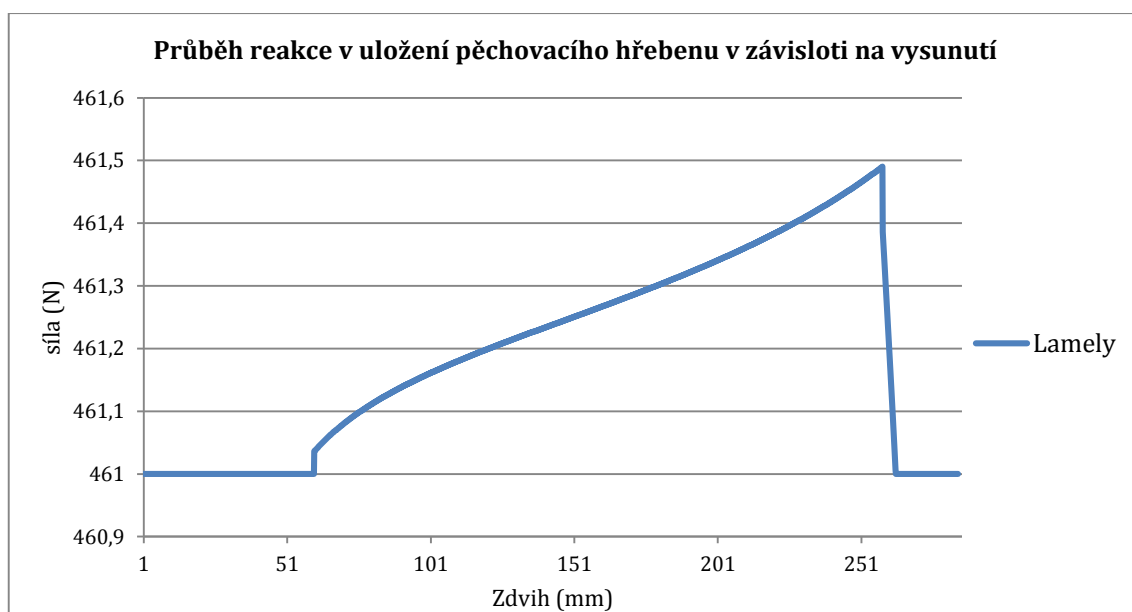
V prvním případě byl v modelu popsán a analyzován vliv zatížení vidlice na reakci v uložení posuvného hřebenu. V mezním stavu působí vláknenný odpad na okolní plochy tlakem  $P_{max}$ . Vidlice s prsty musí přitom zajistit přenesení tlaku (resp. síly) v celé ploše, tedy i v ploše mezi prsty. Na základě tohoto předpokladu byl přepočítán působící tlak na výkyvné vidlici na krouticí moment hřídele vidlice, jehož hodnota je  $M_{kv}=44,25 \text{ N.m}$ . Výsledky provedené analýzy jsou zobrazeny v grafu č. 3. Z tohoto průběhu je patrné zvýšení síly, které odpovídá okamžiku kontaktu vačkového profilu a čepu vahadla, a následnému zdvihu vidlice. Změnou natočení a polohy kontaktu čepu vahadla na vačkovém profilu dochází pak ke změně působící složky síly.

V druhém kroku byl systém analyzován pouze se zatížením působícím na lamely hřebenu. Síla  $F_{h1}$  popisuje tlak odpadu působící na vodorovnou plochu funkčních částí lamel. I zde hodnota  $F_{h1}=836 \text{ N}$  odpovídá tlaku působícímu na celou plochu zmíněné části hřebenu (a ne pouze na funkční plochy lamel). Síla  $F_{h2}$  poté reflektuje tlakovou sílu působící svislé funkční části lamel ve vodorovném směru. I zde hodnota  $F_{h2}=460 \text{ N}$  odpovídá tlaku působícímu na celou boční plochu hřebenu. Výsledky tohoto případu zatížení jsou uvedeny v grafu č. 4. Průběh vodorovné reakce v uložení odpovídá v tomto případě síle  $F_{h2}$ . Nárůst síly souvisí se zdvihem vidlice (změna reakce v důsledku gravitační síly a v důsledku působící zkrutné pružiny na hřídeli vidlice).





*Graf č. 3: Průběh reakce v uložení hřebenu v závislosti na jeho vysunutí při definovaném zatížení na vidlici*



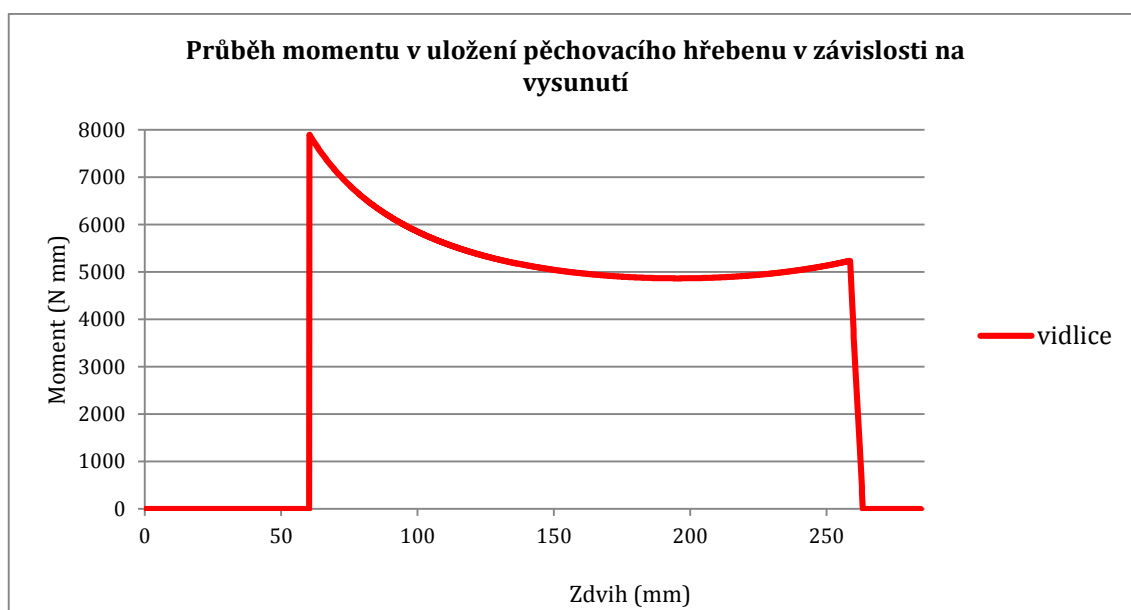
*Graf č. 4: Průběh reakce v uložení hřebenu v závislosti na jeho vysunutí při definovaném zatížení na funkčních plochách lamel*

Maximální síla v obou analyzovaných případech nepřekračuje hodnotu 500 N. Při pohybu hřebenu bude docházet k určitému přenášení síly od odpadu mezi výkyvnou vidlicí a lamelami hřebenu. Pneumotor pro pohon hřebenu byl navržen tak, aby ani při součtu obou analyzovaných případů nedošlo k překročení maximální síly při pohybu. Na základě provedené analýzy byl vtipován vhodný pneumotor pro pohyb pýchovacího hřebenu. Jedná se o dvojčinný pneumatický válec s označením: DNC-50-286-PPV, se zdvihem 286 mm

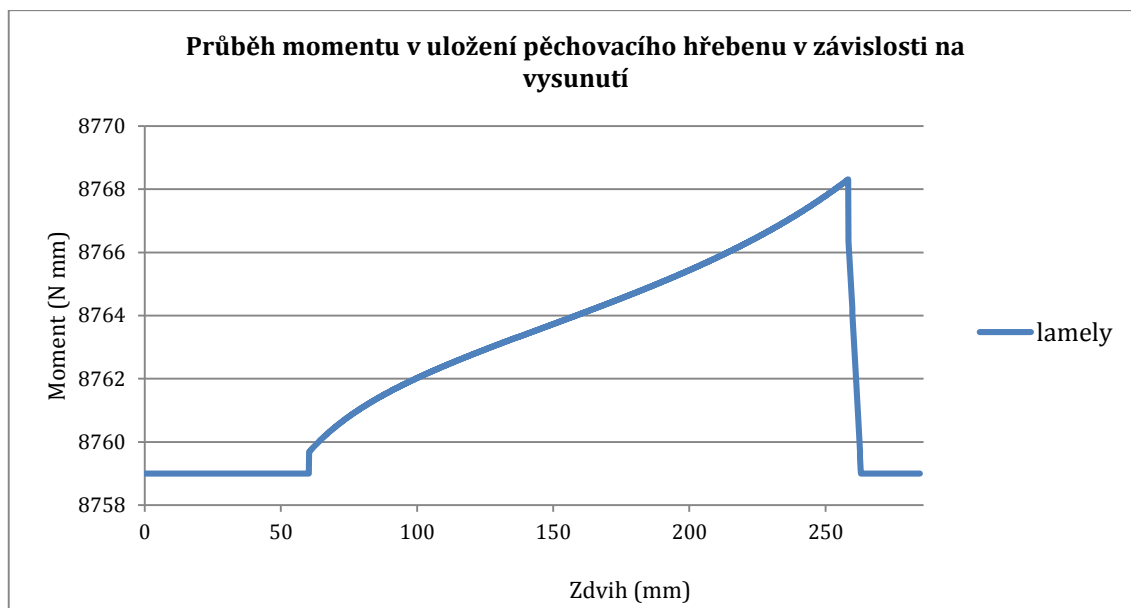


a průměrem pístnice 50 mm. Teoretická síla při 6 barech je při vysouvání 1178 N a zasouvání 990 N. Má nastavitelné pneumatické tlumení v koncových polohách a je vybaven snímači polohy. Ke spodní desce rámu stroje je připevněn pomocí úchytů typu HNC-50. Schéma zapojení a simulace digramů zrychlení, rychlostí a polohy jsou znázorněny v příloze A. Pro lepší připojení pístnice ke svařenci, na kterém je umístěn pěchovací hřeben, je použita příruba s označením KSZ-M16x1.5.

V dalším kroku byl vyhodnocen klopný moment v uložení hřebenu pro dimenzování posuvného vedení. Při analýzách popsaných v předešlé části byl tak vyhodnocován také příslušný moment. Výsledky jsou opět rozděleny pro případ zatížení vidlice a zatížení lamel hřebenu. Zatěžující síly jsou shodné s popisem v předešlé části. Výsledky analýzy průběhu momentu v uložení pěchovacího hřebenu v pro případ zatížení vidlice je uveden v grafu č. 5. Průběh momentu v uložení pěchovacího hřebenu pro případ zatížení funkčních částí lamel je uveden na grafu č. 6.



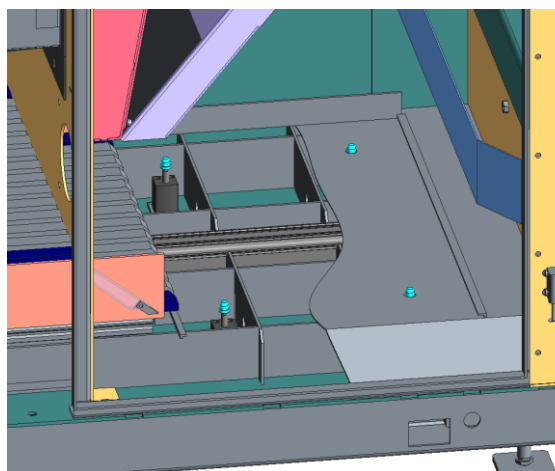
Graf č. 5: Průběh momentů v uložení hřebenu v závislosti na jeho vysunutí při definovaném zatížení na vidlici



*Graf č. 6: Průběh momentů v uložení hřebenu v závislosti na jeho vysunutí při definovaném zatížení na funkčních plochách lamel*

Výsledky ukazují, že v obou analyzovaných případech není překročena hodnota 9 N.m. Byly zvoleny normalizované lineární posuvná vedení od firmy TeaTechnik [19], typu *LR 25F-H-Z1*. Vozíky vedení jsou umístěny symetricky na obou stranách konzoly, ke které jsou připevněny lamely pýchovacího hřebenu. Píst pneumotoru, který zajišťuje pohyb konstrukce, je připevněn ve střední poloze mezi oběma vedeními, čímž je eliminováno přičení hřebenu na posuvném vedení. Kolečnice vedení jsou připevněné k držákům na spodní stěně filtrační komory.

Poslední pohybový uzel je aretace kontejneru. Ta zajištěna pomocí čtyř pneumotorů označených *PM A*, které jsou umístěny pomocí přírub na dnu filtrační komory, viz obrázku č. 49.



*Obr. 49 Aretační pneumotory v řezu plechem dna filtrační komory*

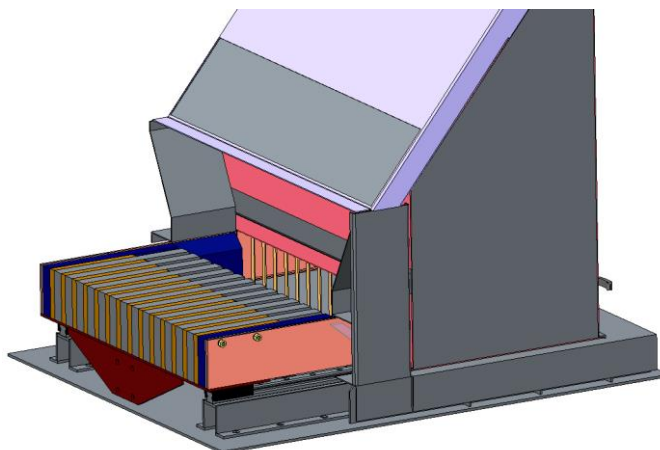
Po zasunutí vozíku a uzavření filtrační komory dojde k vysunutí válců s aretačními čepy. Ty zajedou do otvorů ve spodním plechu kontejneru. K uvolnění pneumotoru dojde při otevření dveří filtrační komory, tak i při docílení určité časové doby, která bude potřebná úplnému naplnění kontejneru. Jedná se o pneumotor s označením: *AEVC-20-25-A-P*. Diagramy a schéma zapojení obvodu je v příloze A. Parametry válce: jedná se o jednočinný kompaktní válec s krátkým zdvihem 25 mm a průměrem pístnice 25 mm.

## 8. Uplatnění uvažovaného řešení

Lineární pěchovací zařízení vlákenného odpadu bylo navrženo tak, aby se jeho konstrukce vešla do zástavbového prostoru původní filtrační komory. Filtrační komora je oddělena od pěchovacího zařízení příčkou, s otvorem uzavíraným klapkou. V původní konstrukci se používá volně výkyvná klapka, která částečně těsní prostor úložné komory.

Nová konstrukce využívá systému s posuvnou klapkou jako alternativy k původnímu řešení, pro případ že by volně výkyvná klapka neplnila dostatečně uzavírací funkci. Umístění posuvné klapky v příčce je shodné s umístěním výkyvné klapky. Konstrukce a úhel sklonu příčky byl ponechán z původní konstrukce, kde je ověřena funkce samovolného skluzu odpadu do úložné komory. Pro přichycení funkčních prvků pěchovacího zařízení na rám stroje je třeba spodní část opatřit příslušnými otvory pro šroubové spoje, viz výkres 08\_00. Pro umístění pěchovacího hřebenu je nutné dělicí příčku opatřit obdélníkovým výřezem, viz výkres 10\_01. Zbylé konstrukční změny byly navrženy tak, aby nedocházelo k úpravám konstrukce a vešly se do filtrační komory.

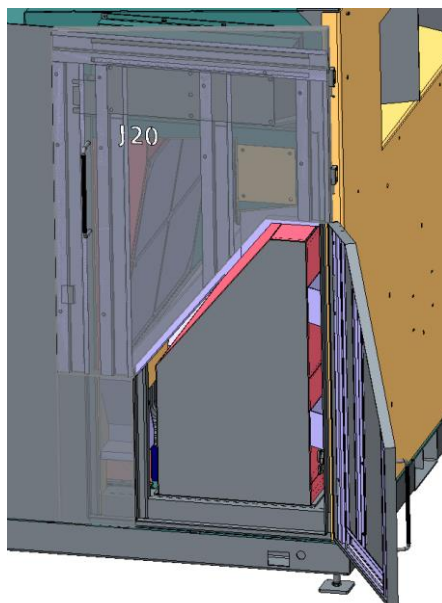
Zvolené řešení pěchovacího zařízení bylo navrženo tak aby splňovalo požadavky pro odvod vlákenného odpadu. Vzhledem k tomu, že se jedná o nový způsob mechanického odvodu a pěchování odpadu, je nezbytné funkční model navrženého konceptu otestovat. Tyto testy mohou být případně provedeny i mimo stroj, viz obrázek č. 50.



*Obr. 50 Zásahy do současné konstrukce*

Zařízení bylo navrženo na základě měření vzorků. Přesné chování vlákenného odpadu při pěchování pomocí pěchovacího hřebenu není zcela znám. Jedná se především o potřebnou velikost mezery mezi lamelami hřebenu a vidlicí kontejneru. Případné změny v požadované vůli mezi lamelami hřebenu a vidlicí lze řešit výměnou dílu výkyvné vidlice s upravenou šířkou prstů.

Pro lepší obslužnost stroje bylo navrženo řešení, které původní jednodílné dveře, nahrazuje dvoudílnými. Toto řešení je znázorněno na obrázku č. 51.



*Obr. 51 Nově navržené řešení obslužnosti stroje*

Je tak možné, zpřístupnit obsluhu prostor s kontejnerem i při pracovní fázi ve filtrační komoře stroje. K výměně kontejneru může tak docházet při pracovním režimu stroje a ne pouze v krátkém čistícím režimu jako u současného řešení.

Vzhledem k použití tlakového vzduchu na současném tryskovém stroji, jsou i pohony všech pohyblivých prvků řešeny pomocí lineárních pneumatických válců. Náklady na provoz zařízení jsou tak navýšeny minimálně. Počáteční náklady jsou spojeny zejména pořízením pneumotorů a lineárních vedení.

Lamely připevněné na pěchovacím hřebenu jsou hlavním konstrukčním uzlem lineárního pěchovacího zařízení. Vyčnívající část lamel musí mít dostatečnou tuhost a přesnost pro dodržení roztečí. Pro zamezení zanášení prostoru mezi lamelami je nutné tyto části opatřit stěnami. Lamely v navržené konstrukci pro výrobu funkčního modelu jsou vyrobeny z duralových desek o síle 25 mm. Dalším zvažovaným materiálem pro výrobu funkčního modelu jsou dřevěné nebo plastové desky o stejné síle. Lze očekávat, že pro sériovou výrobu bude konstrukce a způsob výroby pěchovacího zařízení upravena, např. sestava ohýbaných svařovaných plechů.

## 9. Závěr

Cílem práce bylo prověřit možné způsoby odvodu a zpracování vlákenného odpadu stroje J20. Na základě provedené rešerše byly navrženy koncepty, které lze rozdělit do dvou skupin.

První skupina reprezentuje řešení dopravy odpadu z filtrační skříně mimo stroj. Zde byl navržen koncept odvodu vláken pomocí pístu. Zdvih pístu zajišťuje dopravu a částečně také přechování odpadu v dopravní trubici připojené k přistavenému kontejneru. Napojení trubice ke kontejneru lze řešit s výhodou v jeho dolní části. Při provozu by tak byl odpad v kontejneru dále přechován svou vlastní hmotností. Zásadní nevýhodou tohoto řešení je však zvýšení zástavbového prostoru stroje.

Pro ověření možnosti přechování odpadu bylo provedeno měření vlastností vlákenného odpadu ze směsi bavlněných a viskózních vláken. Výsledky měření ukázaly výraznou schopnost dalšího přechování odpadu. Z tohoto důvodu byly prozkoumány možnosti využití vnitřního prostoru stroje pro uskladnění vlákenného odpadu.

Druhá skupina řešení proto představuje využití prostoru uvnitř stroje v místě filtračního boxu. Zde bylo navrženo několik konceptů. Konstrukčně byl zpracován koncept s lineárním přechovacím zařízením a kontejnerem s výkyvnou vidlicí. Řešení je navrženo pro stroj J20 a lze jej doplnit do stroje bez zásadních zásahů do stávající konstrukce filtrační skříně.

Jedná se o nový návrh mechanického odvodu a přechování vlákenného odpadu. Jeho funkčnost bude experimentálně ověřena na prototypu stroje J20. Kromě základní funkce přechování budou testy zaměřeny především na schopnost čištění lamel přechovacího hřebenu pomocí prstů výkyvné vidlice.

Pro výrobu funkčního prototypu lineárního přechovacího zařízení byla zhotovena výkresová dokumentace a je umístěna v příloze D. Lze očekávat, že pro sériovou výrobu doznají některé dílce změn souvisejících s volbou materiálu a technologií výroby.

## Literatura

- [1] URSÍNY P.. *Stroje a technologie dopřádání II*, Liberec, 1984, Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, č.p. 55-818-84.
- [2] TRYSKOVÉ PŘEDENÍ. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001. Dostupné z: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Tryskov%C3%A9\\_p%C5%99eden%C3%AD](http://cs.wikipedia.org/wiki/Tryskov%C3%A9_p%C5%99eden%C3%AD)> [cit. 2014-11-28].
- [3] RIETER. *Products & Services* [online]. Dostupné z: <<http://www.rieter.com/en/machinessystems/products/>> [cit. 2014-12-04].
- [4] RIETER. *Products & Services* [online]. Dostupné z: <<http://www.rieter.com/cz/machinessystems/products/air-jet-spinning/j-20-air-jet-spinning-machine/>> [cit. 2014-12-06].
- [5] RIETER. *Products & Services*, link Rikipedia [online]. Dostupné z: <<http://www.rieter.com/de/rikipedia/articles/alternative-spinning-systems/the-various-spinning-methods/air-jet-spinning>> [cit. 2014-12-06].
- [6] STAPL. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco(CA): Wikimedia Foundation, 2001. Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Stapl>> [cit. 2014-11-15].
- [7] SSM Scharer Schweiter Mettler AG: *webove stranky firmy SSM* [online]. URL: <<http://www.ssm.ch/>> [cit. 2014-11-17].
- [8] URSÍNY P. *Teorie předení*. 1. vydání, Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, Liberec: 1987.
- [9] PRAMEN VLÁKEN. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco(CA): Wikimedia Foundation, 2001. Dostupné z: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Pramen\\_vl%C3%A1ken](http://cs.wikipedia.org/wiki/Pramen_vl%C3%A1ken)> [cit. 2014-12-29].
- [10] URSÍNY P. *Stroje a technologie dopřádání I*, Liberec, 1984, Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, č.p. 55-817-84.
- [11] PRŮTAH. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco(CA): Wikimedia Foundation, 2001. Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Pr%C5%AFtah>> [cit. 2014-12-23].
- [12] ROHLENA V. a kolektiv. *Bezvretenové předení*. 1. vydání. Praha: SNTL, 1974.č.p. 04-823-74.
- [13] SCHELTER D. *Filter device for textile machine*. Oerlikon Textile Gmbh & Co. Kg, 2009. Patentový spis. DE 102008011763. [cit. 2014-11-24].
- [14] PIETRINI V., STOLZ T., FERRI J.W. *Intermediate storage devide*. Rieter AG Machf, 1997. Patentový spis. EP. [cit. 2014-11-24].

- [15] HIDESHIGE M. *Dust collecting and processing system in textile machine*. Murrata Machinery LTD, 2009. Patentový spis. EP 2045378 (A1). [cit. 2014-11-24].
- [16] DIPL ING S. N., DIPL ING F. U. *Spinning machine cleaning systém..* Zinser Textilmaschinen GmbH, 1991. Patentový spis. DE 3942156 (A1). [cit. 2014-11-24].
- [17] IGUS. *Webové stránky firmy Igus URL:*  
<<http://www.igus.cz/iglidur>> [cit. 2015-02-24].
- [18] FESTO. *Webové stránky firmy Festo URL:*  
<[http://www.festo.com/cat/cs\\_cz/products\\_010000](http://www.festo.com/cat/cs_cz/products_010000)> [cit. 2015-01-10].
- [19] T.E.A. TECHNIK s.r.o.. *Webové stránky firmy T.E.A. TECHNIK: URL:*  
<<http://www.teatechnik.cz/obehovymi-kulickami/>> [cit. 2015-02-12].
- [20] ČERNOCH S. *Strojně technická příručka*, SNTL, 12. vydání, Praha, 1968.
- [21] SCLATER, N., CHIRONIS, N.: *Mechanisms and Mechanical Devices*. McGraw-Hill, 2001. ISBN 0-07-136169-3.
- [22] NÁVOD K OBSLUZE STROJE J20- *od firmy Rieter CZ s.r.o.*



## Seznam příloh

Příloha **A** – Zvolené a použité pneumatické válce.

Příloha **B** – Výpočet průhybu a deformace pera

Příloha **C** – Výkresová dokumentace

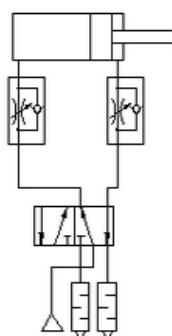
Příloha **D** – CD

**Příloha A – Zvolené a použité pneumatické válce. [18]**

- A1**    Pneumatický válec DNS 12- 180 – P
- A2**    Pneumatický válec DNC 50- 286 – PPV
- A3**    Pneumatický válec AEVC-20-25-A-P

## Pneumatický válec DNS 12- 180 – P, volně výkyvná klapka.

### výběr prvků simulace systému



průtok  
3.3 otevření - otáčky

klikněte na označení typu nebo symbolickou značku prvku, který chcete vybrat/změnit

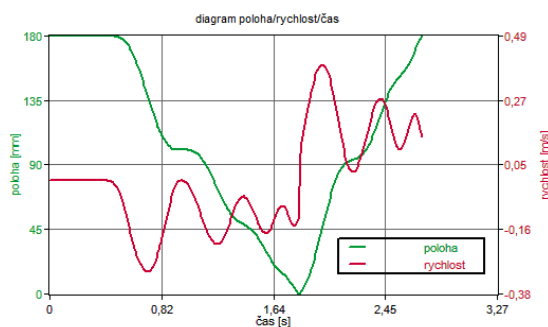
pohon	DSN-12-180-P
<input type="checkbox"/> tlumič nárazu	
škrtkový zpětný ventil	GRLA-M5-QS-4-D
hadice [válec > ventil]	PUN-4x0,75-BL (1 m)
ventil	CPVSC1-M1H-J-P-M5
hadice [zdroj > ventil]	PUN-4x0,75-BL (1 m)
tlumič hluku	

provozní tlak  bar

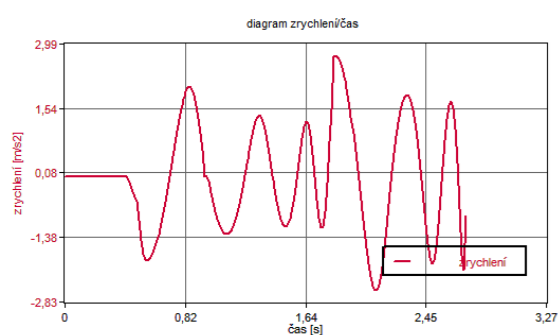
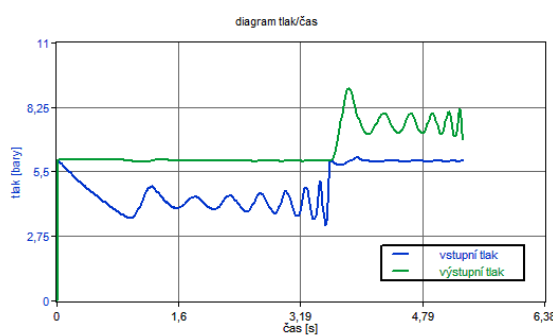
směr pohybu ☐ vyjetí ☒ zajiždět

☒ celý pracovní cyklus

### GSED výsledek simulace

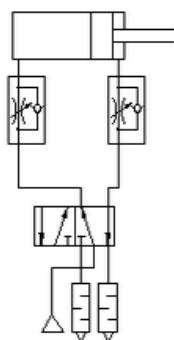


celkový čas pro dosažení polohy 2,712 s  
průměrná rychlost 0,070 m/s  
rychlost nárazu 0,149 m/s  
max. rychlost 0,390 m/s  
kin. energie nárazu 0,056 J  
spotřeba vzduchu pro zdvih 0,295 l  
spotřeba vzduchu na cyklus 0,255 l



Pneumatický válec DNC 50- 286 – PPV, přechovací a posuvné zařízení.

## výběr prvků simulace systému



...optimalizace PPV ☐

nastavení PPV

100 %

průtok

4.8 otevření - otáčky

klikněte na označení typu nebo symbolickou značku prvku, který chcete vybrat/změnit

pohon	DNC-50-286-PPV
<input type="checkbox"/> tlumič nárazu	
škrtkový zpětný ventil	GRLA-1/4-QS-10-D
hadice [válec > ventil]	PUN-10x1,5-BL (1 m)
ventil	CPE18-M1H-5L-1/4
hadice [zdroj > ventil]	PUN-10x1,5-BL (1 m)
tlumič hluku	U -1/4

provozní tlak

6 bar

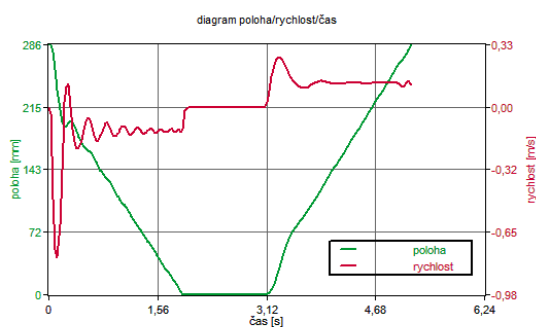
směr pohybu

☐ vyjetí

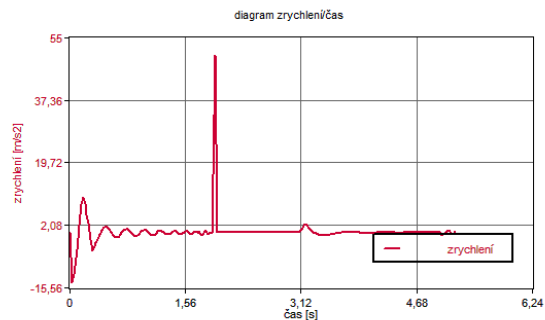
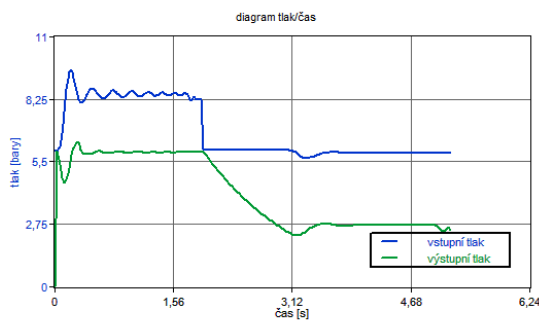
☒ zajiždět

☒ celý pracovní cyklus

## GSED výsledek simulace

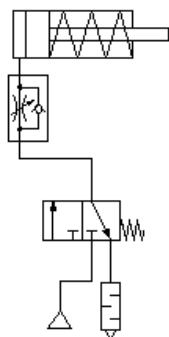


celkový čas pro dosažení polohy 5.170 s  
 průměrná rychlost 0.060 m/s  
 rychlost nárazu 0.121 m/s  
 max. rychlost 0.790 m/s  
 kin. energie nárazu 0.228 J  
 spotřeba vzduchu pro zdvih 8.491 l  
 spotřeba vzduchu na cyklus 7.357 l  
 nastavení PPV 100 %



Pneumatický válec AEVC-20-25-A-P, aretační zařízení.

## výběr prvků simulace systému



průtok  
12 otevření - otáčky

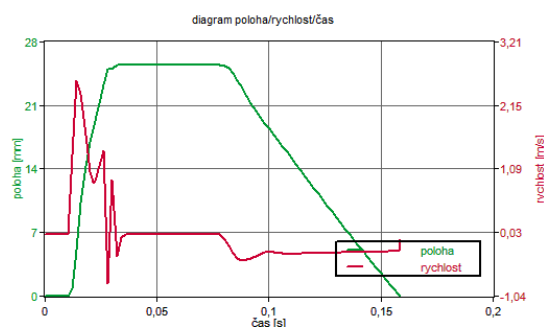
klikněte na označení typu nebo symbolickou značku prvku, který chcete vybrat/změnit

pohon	AEVC-20-25-A-P
<input type="checkbox"/> tlumič nárazu	
škrtki zpětný ventil	GRLZ-M5-QS-6-D
hadice [válec > ventil]	PUN-6x1-BL (1 m)
ventil	CPVSC1-M1H-N-P-M50
hadice [zdroj > ventil]	PUN-6x1-BL (1 m)
tlumič hluku	

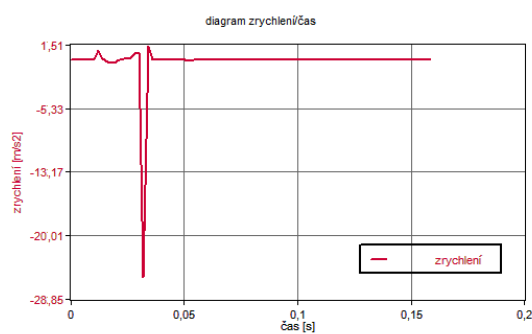
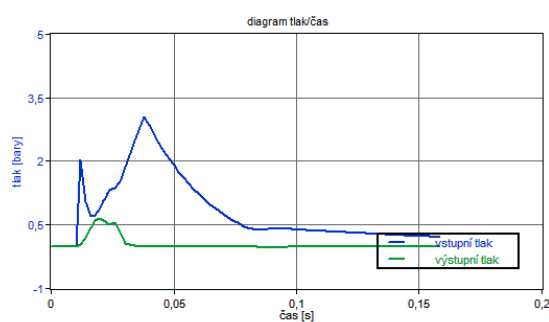
provozní tlak    bar

směr pohybu  
☒ vyjetí  
☐ zajiždět  
☐ celý pracovní cyklus

## GSED výsledek simulace



celkový čas pro dosažení polohy 0.148 s  
 průměrná rychlost 0.170 m/s  
 rychlost nárazu -0.091 m/s  
 max. rychlost 2.600 m/s  
 kin. energie nárazu 0.000 J  
 spotřeba vzduchu pro zdvih 0.035 l  
 spotřeba vzduchu na cyklus 0.113 l



## **Příloha B – Výpočet průhybu a deformace pera**

**B1** Analytický výpočet průhybu pera

**B2** Výpočet průhybu a napětí pera pomocí Crea Parametric 2.0

Analytický výpočet průhybu pera vidlice [20]

$$b = 10 \text{ mm}$$

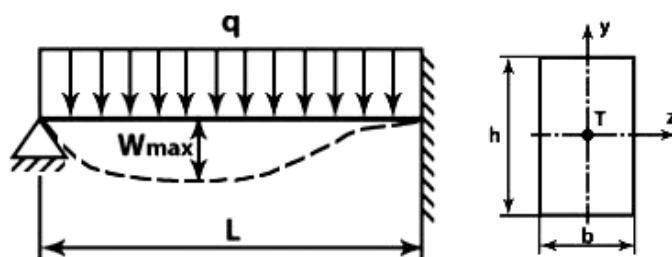
$$h = 4 \text{ mm}$$

$$F = 44,3 \text{ N}$$

$$l = 119 \text{ mm}$$

$$E = 210\,000 \text{ MPa}$$

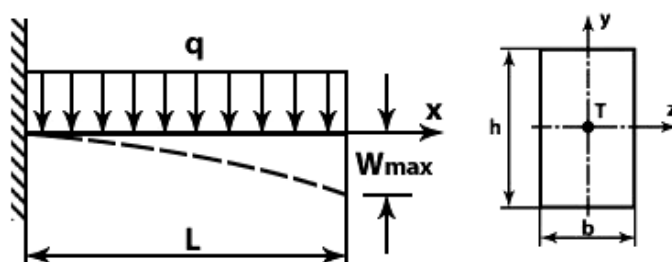
$$F = q \cdot l \Rightarrow q = \frac{F}{l} = \frac{44}{119} = 372 \text{ N/m}$$



Vidlice uložená na dvou podporách:

$$I = \frac{1}{12} \cdot h^3 \cdot b = \frac{1}{12} \cdot 10^3 \cdot 4 = 66.66667 \text{ mm}^4$$

$$w = 0,0054 \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I} = 0,0054 \cdot \frac{372 \cdot 10^{-3} \cdot 119^4}{210000 \cdot 66.666666667} = 0.029 \text{ mm}$$



Vidlice uchycené na hřídeli:

$$I = \frac{1}{12} \cdot h^3 \cdot b = \frac{1}{12} \cdot 10^3 \cdot 4 = 66.66667 \text{ mm}^4$$

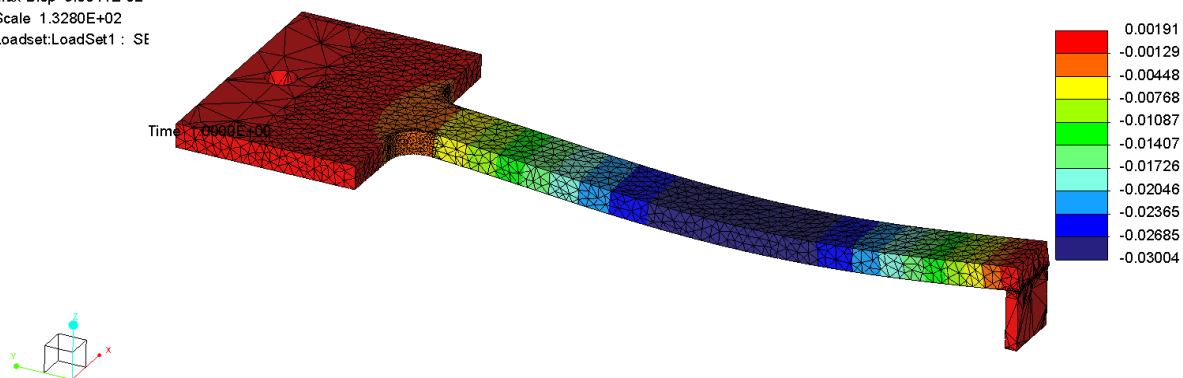
$$w = \frac{q \cdot l^4}{8 \cdot E \cdot I} = \frac{372 \cdot 10^{-3} \cdot 119^4}{8 \cdot 210000 \cdot 66.66667} = 0.69 \text{ mm}$$

# Výpočet průhybu a napětí pera pomocí Crea Parametric 2.0

## Pero uloženo na dvou podporách

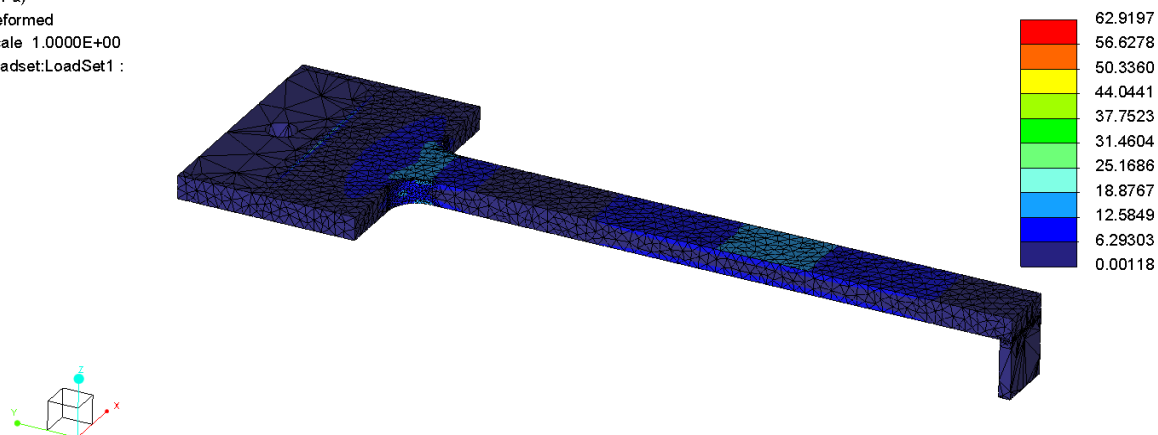
### Průhyb:

Displacement Z (WCS)  
(mm)  
Deformed  
Max Disp 3.0044E-02  
Scale 1.3280E+02  
Loadset: LoadSet1 : SE



### Napětí:

Stress von Mises (WCS)  
(MPa)  
Deformed  
Scale 1.0000E+00  
Loadset: LoadSet1 :





## Pero uchycené na hřídeli:

### Průhyb:

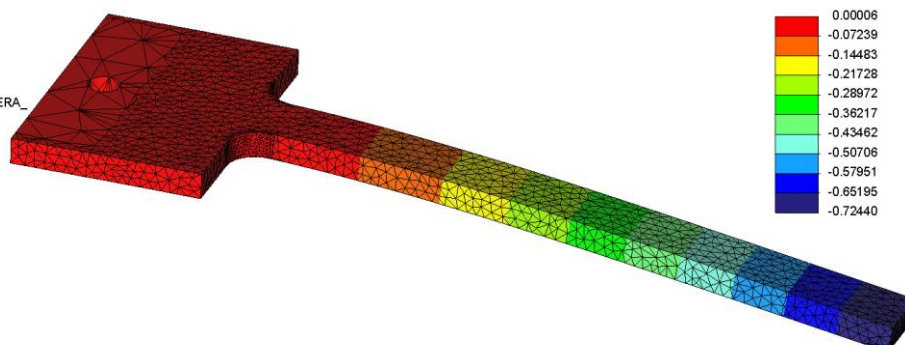
Displacement Z (WCS)  
(mm)

Deformed

Max Disp 7.2461E-01

Scale 1.8355E+01

Loadset: LoadSet1 : VYPALEK\_PERA\_



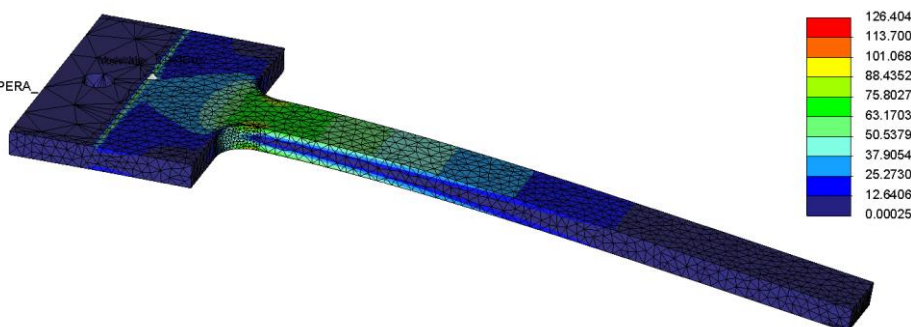
### Napětí:

Stress von Mises (WCS)  
(MPa)

Deformed

Scale 1.8355E+01

Loadset: LoadSet1 : VYPALEK\_PERA\_



## Příloha C – Výkresová dokumentace